


**COLOR DISPLAY DEVICE**

**Patent number:** JP2000131683  
**Publication date:** 2000-05-12  
**Inventor:** ADACHI MASAYA; HIYAMA IKUO; TSUMURA MAKOTO  
**Applicant:** HITACHI LTD  
**Classification:**  
- international: G02F1/1335; G02B27/28; G02F1/1347  
- european:  
**Application number:** JP19980308760 19981029  
**Priority number(s):**

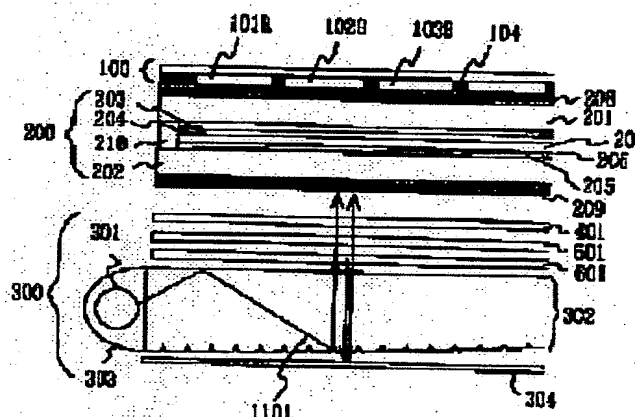
Also published as:

 JP2000131683 (A)

**Abstract of JP2000131683**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain the color display device that displays a high quality image which is light and free of color blurring and resolution deterioration even with low power consumption by increasing the use efficiency of source light by converting separated polarized light into a polarized light component transmitting through a polarizing plate arranged on the light incidence side of a liquid crystal display element.

**SOLUTION:** Linear polarized light transmitting through a polarizing plate 209 of the light which is made incident from the reverse surface (irradiation light incidence surface) of the liquid crystal display element 200 is made incident on a polarizing plate 208 through a liquid crystal layer 207. At this time, the polarization state of the light transmitting through the liquid crystal layer 207 is changed with an electric field applied to the liquid crystal layer 207, so that a voltage corresponding to image information is applied to transparent electrodes 203 and 205 on two transparent glass substrates, and an electric field is applied to the liquid crystal layer 207 to change the polarization state of the light transmitting through the liquid crystal layer 207, thereby controlling the quantity of the light transmitting through the polarizing plate 208 and forming an optical image. Consequently, the color display device is obtained which is light and has high light utilization efficiency.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Best Available Copy

(11)特許出願公開番号  
特開2000-131683  
(P2000-131683A)

(43)公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	G 0 2 F 1/1335	5 1 0 2H 0 8 9
	5 3 0		5 3 0 2H 0 9 1
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	Z 2H 0 9 9
G 0 2 F 1/1347		G 0 2 F 1/1347	

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 22 頁)

(21)出願番号 特願平10-308760

(22)出願日 平成10年10月29日(1998. 10. 29)

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 足立 昌哉  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 楡山 郁夫  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 100061893  
弁理士 高橋 明夫 (外1名)

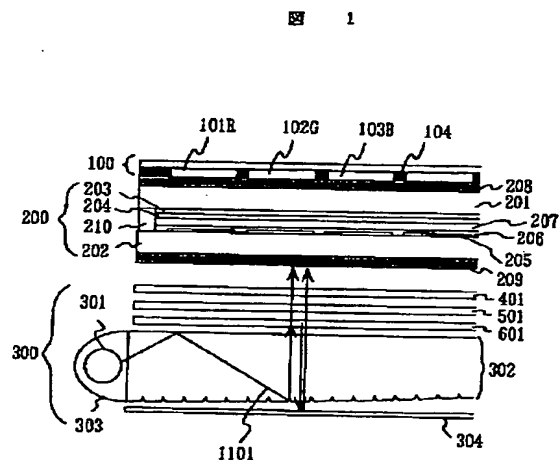
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 カラー表示装置

〈57〉【要約】

【課題】カラーフィルタによる光吸収、偏光板での光吸収を抑制することで、光源光の利用効率を高くした明るく、低消費電力で、かつ、色のにじみや解像度低下の無い高品位な表示が得られるカラー表示装置の提供。

【解決手段】偏光状態の変化により表示を行う液晶表示素子と、これを背面から照明する発光ピーク波長が400～500nmの光を出射する光源と、前記液晶表示素子の光出射側に該液晶表示素子の各画素に対応して配置した、前記光源光を赤色または緑色に変換する一種以上の波長変換用蛍光体を備えた波長変換部とを有するカラー表示装置であって、前記液晶表示素子はその光入射側に偏光板を有し、前記光源から前記液晶表示素子への光路中に、前記光源の主発光波長帯域の光を偏光状態が異なる偏光に分離する偏光分離手段を備え、分離した偏光を前記液晶表示素子の光入射側に配置した偏光板を透過する偏光に変換する偏光変換手段を備えたカラー表示装置。



100…波長変換部 101R…赤色用蛍光体 102G…  
緑色用蛍光体 103B…青色カラーフィルタ 104…プ  
ラックマトリクス 200…液晶表示素子 201, 202  
…透明ガラス基板 203, 205…透明電極 204, 2  
06…配向膜 207…液晶層 208, 209…偏光板  
210…シールド剤 300…照明装置 301…蛍光ランプ  
302…導光体 303…ランプカバー 304…偏光維持  
反射板 401…マイクログロブズアレイ 501…位相  
板 601…コレステリック液晶層 1101…出射光

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明電極形成面が対向し一定の間隙をもって構成された一対の透明基板と、該透明基板間に挟持された液晶層と、前記一対の透明基板の透明電極により形成されるマトリクス状の画素に画像信号に対応した電圧を印加する電圧印加手段を有する液晶表示素子と、前記液晶表示素子の背面から照明する発光ピーク波長が400～500nmの光を出射する光源と、前記液晶表示素子の液晶層の光出射側に液晶表示素子の各画素に対応して配置し、前記光源光を赤色、あるいは緑色に変換する一種以上の波長変換用蛍光体からなる波長変換部を有するカラー表示装置であって、

前記液晶表示素子は少なくともその光入射側に偏光板を有し、液晶層に入射する光の偏光状態を利用して表示を行うものであり、

前記光源から前記液晶表示素子への光路中に、少なくとも前記光源の主発光波長帯域の光を互いに偏光状態が異なる第1の偏光と第2の偏光に分離する偏光分離手段を備え、分離した第1の偏光を前記液晶表示素子の光入射側に配置された偏光板を透過する偏光成分に変換する第1の偏光変換手段と、第2の偏光を前記液晶表示素子の光入射側に配置された偏光板を透過する偏光成分、あるいは、第1の偏光と同じ偏光に変換する第2の偏光変換手段を備えたことを特徴とするカラー表示装置。

【請求項2】 前記波長変換部が前記液晶表示素子の赤色表示画素に対応する部分には前記光源光を吸収して赤色の蛍光を発する赤色用蛍光体をパターンニングし、緑色表示画素に対応する部分には前記光源光を吸収して緑色の蛍光を発する緑色用蛍光体をパターンニングし、青色表示画素に対応する部分には青色以外の波長光をカットする青色カラーフィルタをパターンニングした請求項1に記載のカラー表示装置。

【請求項3】 前記偏光分離手段がコレステリック液晶層であり、前記第1の偏光変換手段が前記コレステリック液晶層と液晶表示素子との間に配置した位相差板であり、前記第2の偏光変換手段が前記コレステリック液晶層で反射した光源光を再び前記コレステリック液晶層へ反射する少なくとも垂直入射した円偏光を回転方向が逆の円偏光として反射する反射面である請求項1または2に記載のカラー表示装置。

【請求項4】 前記偏光分離手段が電気ベクトルの振動方向が互いに直交する2種の直線偏光にそれぞれ反射光と透過光とに分離する直線偏光分離素子であり、該直線偏光分離素子はこれを透過する直線偏光の電気ベクトルの振動方向を、前記液晶表示素子の照明光入射側に配置した偏光板の透過軸と一致させることで前記偏光分離手段と前記第1の偏光変換手段の機能を兼用したものであり、前記第2の偏光変換手段が前記直線偏光分離素子で反射した光を、再び前記直線偏光分離素子へ反射する少なくとも垂直入射した円偏光を回転方向が逆の円

偏光として反射する反射面と、前記直線偏光分離素子と前記反射面の間に配置した位相差板とから構成される請求項1または2に記載のカラー表示装置。

【請求項5】 前記光源が板状の導光体の周縁に近接配置された蛍光ランプであり、前記導光体が端面から入射した光を全反射により内部に閉じ込めるよう構成され、内部を伝搬する光の反射角度を変えることで、少なくとも一方向がほぼ平行化された光を外部に放射する微細な傾斜面を有する多数の凹面、凸面または段差で構成された傾斜反射面を裏面（液晶表示素子と反対側の面）に備え、

前記導光体と前記液晶表示素子との間に前記偏光分離手段としてコレステリック液晶層を配置し、

前記コレステリック液晶層と前記液晶表示素子との間に前記第1の偏光変換手段として位相差板を配置し、

前記導光体の裏面に前記第2の偏光変換手段として前記コレステリック液晶層で反射した光源光を再び前記コレステリック液晶層へ反射する少なくとも垂直入射した円偏光を、回転方向が逆の円偏光として反射する反射面を備えた請求項1または2に記載のカラー表示装置。

【請求項6】 前記光源が板状の導光体の周縁に近接配置された蛍光ランプであり、前記導光体が端面から入射した光を全反射により内部に閉じ込めるよう構成され、内部を伝搬する光の反射角度を変えることで少なくとも一方向がほぼ平行化された光を外部に放射する微細な傾斜面を有する多数の凹面、凸面または段差で構成された傾斜反射面を裏面（液晶表示素子と反対側の面）に備え、

前記導光体と前記液晶表示素子との間に前記偏光分離手段として電気ベクトルの振動方向が互いに直交する2種の直線偏光にそれぞれ反射光と透過光に分離する直線偏光分離素子を配置し、

前記直線偏光分離素子はこれを透過する直線偏光の電気ベクトルの振動方向を前記液晶表示素子の光入射側に配置した偏光板の透過軸と一致させることで前記偏光分離手段と前記第1の偏光変換手段の機能を兼用したものであり、前記第2の偏光変換手段が前記直線偏光分離素子で反射した光を、再び前記直線偏光分離素子へ反射し、少なくとも垂直入射した円偏光を回転方向が逆の円偏光として反射する前記導光体の裏面に配置した反射面と、前記直線偏光分離素子と前記反射面との間に配置した位相差板とから構成された請求項1または2に記載のカラー表示装置。

【請求項7】 前記導光体と前記液晶表示素子との間に、少なくとも一方向に関しては無指向性である光をほぼ平行光に変換する光路変換手段を配置し、前記光路変換手段の光路変換方向を、前記導光体から出射する光のほぼ平行化された方向と直交させた請求項5または6に記載のカラー表示装置。

【請求項8】 前記光路変換手段は一方の面が平滑面

で、他方の面が複数の三角柱状のマイクロプリズムを整列配置した形状のマイクロプリズムアレイであり、前記マイクロプリズムアレイは光学的に等方な透明体、または、マイクロプリズムの長手方向と平行もしくは直交する方向に光学軸を有する一軸光学異方性の透明体で構成され、前記マイクロプリズムアレイは、これを通して直線偏光の電気ベクトルの振動方向とマイクロプリズムの長手方向を平行、または、直交するように配置した請求項7に記載のカラー表示装置。

【請求項9】 前記光源が複数の整列配置した青色LED (Light Emitting Diodes) であり、前記青色LEDと、前記液晶表示素子との間に前記青色LEDからの出射光をほぼ平行化する複数のコリメータレンズと、前記青色LEDから出射し、前記コリメータレンズを通過した光を反射と透過により2つの異なる偏光に分離する偏光分離面を有する偏光分離手段を備え、前記偏光分離面で反射した光を、前記偏光分離面を透過した光と同じ方向に反射する複数の反射面を、前記偏光分離面と交互に複数個整列配置し、前記偏光分離面で分離された2つの異なる偏光の少なくとも一方の偏光状態を変えることで、偏光状態揃える前記第1の偏光手段または第2の偏光手段としての偏光変換素子を、前記偏光分離面および前記反射面と、前記液晶表示素子との間に配置した請求項1または2に記載のカラー表示装置。

【請求項10】 前記波長変換部の前記青色カラーフィルタがバタニングされていない部分（蛍光体がバタニングされている部分）に、蛍光体よりも表面（観察者側の面）側の位置に前記赤色用蛍光体および緑色用蛍光体の蛍光の発光スペクトルが透過し、それ以外の光を吸収するバンドパスフィルタを設けた請求項1～9のいずれかに記載のカラー表示装置。

【請求項11】 前記波長変換部の背面（液晶表示素子側の面）に光源の発光スペクトル以外の可視光を反射する反射層を設けた請求項1～10のいずれかに記載のカラー表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は透過型の液晶表示素子を用いた表示装置に関し、特に、カラー液晶表示装置に利用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は薄型、軽量という特徴を有するため携帯情報機器やノート型パーソナルコンピュータ用のディスプレイとして広く普及している。このような液晶表示装置では、一般に透過型の液晶表示素子の背面に照明装置を設け、液晶表示素子を背面から照明することで視認性を向上している。

【0003】 液晶表示素子は、大別してTFT (Thin Film Transistor) 等のスイッチング素子を用いたア

クティブマトリクス駆動による液晶表示素子と、マルチプレックス駆動の液晶表示素子との2方式がある。アクティブマトリクス駆動による液晶表示素子としては、例えば、TN (Twisted Nematic) 液晶表示素子等、また、マルチプレックス駆動の液晶表示素子としてはSTN (Super Twisted Nematic) 液晶表示素子等がある。いずれも液晶層をガラス基板で保持し、その両側に偏光板を配置し、液晶層に入射する直線偏光の偏光状態を変調して表示を行うものである。

【0004】 一方、照明装置としては、光源を照光面である液晶表示素子表示部の直下に配置する直下型バックライト装置や、光源を液晶表示素子表示部の外側に配置し、光源からの出射光を導光体により液晶表示素子表示部に導くようにしたエッジライト型バックライト装置がある。

【0005】 ところで、このような液晶表示装置では、照明装置（光源）からの出射光は一般に非偏光であり、液晶表示素子の照明光入射側に配置した偏光板で50%以上が吸収されて、光源光の利用効率は低かった。さらに、光源として白色光源を用い、3原色に対応したマイクロカラーフィルタを表示面内に並置し、加法混色によりカラー表示を行うカラー液晶表示装置では、カラーフィルタで70%を超える光が吸収されるため、光源光の利用効率はさらに低くなっていた。

【0006】 このため従来の液晶表示装置では十分な明るさの表示を得るために、出力の大きな照明装置（光源）を用いるため、照明装置で消費される電力が液晶表示装置全体の消費電力の大部分を占めていた。従って、液晶表示装置の省電力化のためには、光源からの出射光を効率良く利用することが重要である。

【0007】 上記の課題に対し、特許第2,509,372号公報に記載の偏光子では、グランジャン構造を有するコレステリック液晶層と、円偏光の回転方向を逆にするミラーとを使用して、非偏光である光源光を特定の偏光に効率良く変換する技術が開示されている。図20はこの偏光子の基本作用の説明図である。

【0008】 上記偏光子は図20に示すとおりコレステリック液晶層1502と、鏡面反射ミラー1501と、光源1500と、位相差板（1/4波長板）1503から構成される。コレステリック液晶層1502は、ヘリカルな分子配列に基づく特異な光学特性を示すもので、ヘリカル軸に平行に入射した光はコレステリック螺旋のピッチに対応する波長において、螺旋の回転方向に応じて一方の回転方向の円偏光は反射し、他方は透過すると云う選択反射を示すものである。

【0009】 従って、例えばコレステリック液晶層1502が右回りの円偏光（以下、右円偏光）は透過し、左回りの円偏光（以下、左円偏光）は反射する場合、非偏光である光源1500からの出射光のうち、右円偏光成分はコレステリック液晶層1502を透過し、左円偏光成分は反射する。

分は反射する。コレステリック液晶層1502を透過した光1505は、位相差板1503の作用により、所望の直線偏光に変換される。

【0010】一方、コレステリック液晶層1502で反射した左円偏光1506は、鏡面反射ミラー1501で反射して再びコレステリック液晶層1502に向かうが、鏡面反射ミラー1501での反射の際、その円偏光の回転方向が逆の右円偏光となるため、今度はコレステリック液晶層1502を透過し、位相差板1503の作用により、所望の直線偏光に変換される。

【0011】即ち、光源1500からの出射光は、理想的には全て右円偏光となってコレステリック液晶層1502を透過して、さらに位相差板1503の作用によって所望の直線偏光に変換できるので、従来、液晶表示素子の偏光板で吸収され、無駄となっていた光を有効に利用することができると思うものである。

【0012】また、特開昭60-50578号公報に記載の蛍光色彩表示装置、あるいは、特開平7-253576号公報に記載の液晶表示モジュールでは、紫外線（あるいは近紫外線）を発する光源を備え、紫外線により赤、緑、青に蛍光する蛍光体を液晶表示素子の画素に対応して配置し、液晶表示素子を光シャッターとして使用し、紫外線による蛍光体の蛍光によりカラー表示を行うカラー表示装置が提案されている。

【0013】このような表示装置では、液晶表示素子は単に紫外線を選択的に通過させる光シャッターとして機能し、紫外線が通過した画素に配置した蛍光体の蛍光により表示が行われる。蛍光色は蛍光体の特性により決まり、赤、緑、青それぞれ色鮮やかな色彩表示が可能のため、カラーフィルタによる光の吸収が無く、明るいカラー表示を実現すると云うものである。さらに蛍光体からの蛍光の空間分布は入射光の方向に依存せず一様となるため、視野角依存性の無い表示が得られると云うものである。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】コレステリック液晶層による選択反射の中心波長 $\lambda_0$ は $\lambda_0 = n_e \cdot p$ 、その波長帯域 $\Delta\lambda$ は $\Delta\lambda = \Delta n \cdot p$ で表される。ここで、 $p$ はコレステリック液晶層の螺旋ピッチ、 $n_e$ は液晶の平均屈折率、 $\Delta n$ は液晶の複屈折であり、液晶分子長軸に平行および垂直な方向の屈折率をそれぞれ $n_e$ 、 $n_o$ とすると、 $n_e = \sqrt{(n_e^2 + n_o^2)/2}$ 、 $\Delta n = n_e - n_o$ で表される。

【0015】コレステリック液晶層と位相差板を用いた上記偏光子を、白色光源を用いたカラー液晶表示装置に適用するためには、可視波長域全域で選択反射が起こる、あるいは少なくとも光源の3原色に対応した輝線スペクトルの波長において、選択反射が起こるようにする必要がある。

【0016】しかし、現実的には液晶材料の $\Delta n$ は一般

に0.05~0.30程度であるため、一層のコレステリック液晶層で白色光源に対応した広い波長帯域において選択反射を得ることができない。従って、白色光源に対応するには、ピッチの異なるコレステリック液晶層を複数層積層する必要があるが、コレステリック液晶層を積層すると、界面増加による性能の劣化や、コストが高くなると云った問題を生じる。

【0017】さらに、上記偏光子に用いられる位相差板はコレステリック液晶層を透過した円偏光を、直線偏光に変換する機能を有し、白色光源に対応するためには、可視波長全域において1/4波長板として機能する必要があるが、一般に位相差板を構成する材料の屈折率の波長依存性（波長分散）により、一種類の位相差板で可視波長の全域において、1/4波長板として機能する位相差板を構成することは困難である。

【0018】この場合、波長分散の異なる少なくとも2種類の位相差板を、その光学軸を直交するように貼り合わせることで広い波長域で1/4波長板として機能する位相差板を構成することが可能であるが、この場合は位相差板の積層により、光入射角度による位相差の変化が大きくなる等の性能の劣化や、コストの上昇と云った問題が生じる。

【0019】一方、紫外線あるいは近紫外線を発する光源を備え、液晶表示素子を光シャッターとして使用し、紫外線による蛍光体の蛍光によりカラー表示を行う液晶表示装置では、紫外線が各種透明材料で吸収され易いため、期待したほど効率が高くて明るいカラー表示装置を実現できるわけではない。

【0020】特に照明装置として、エッジライト型バックライト装置を用いる場合、光源光を液晶表示素子表示部に導く導光体は、一般にアクリル樹脂で構成されているが、アクリル樹脂は紫外線を吸収するため、効率よく紫外線を液晶表示素子に導くことができない。

【0021】さらに現在、一般に使用されている偏光板は、偏光膜の保護層に紫外線吸収剤が添加されているため、波長380nm以下の紫外線はほとんど吸収される（図11参照）。さらに図12は、偏光板を除いた液晶表示素子の透過スペクトルを示したものであるが、図示のとおり透明電極、配光膜、液晶においても紫外線は大部分が吸収される。

【0022】このように、液晶表示装置の各部で紫外線は吸収されるため、高効率のカラー表示装置を実現するのは困難である。さらに液晶や配光膜等は、材料によっては紫外線により劣化して、寿命が短くなると云った課題も生じる。

【0023】さらに液晶表示素子の液晶層と、蛍光発光部である蛍光体がガラス基板等で隔てられ、距離が離れている場合は照明光（照射紫外線）の指向性が低い、即ち、平行性が悪いと、液晶表示素子の本来表示すべき画素とは異なる画素に対応する蛍光体に照明光が漏れて蛍

光し、色が滲んだり解像度が低下すると云った問題を生じる。しかし、上記公知例では照明光の平行性の具体的な改善方法については特に言及されていなかった。

【0024】本発明は上記課題を鑑みなされたもので、その目的はカラーフィルタによる光吸収、あるいは、偏光板での光吸収を抑制することで、光源光の利用効率を高くして明るく、低消費電力で、かつ、色のにじみや解像度低下のない高品位な表示が得られるカラー表示装置を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の要旨は次の通りである。

【0026】〔1〕 透明電極形成面が対向し一定の間隙をもって構成された一対の透明基板と、該透明基板間に挟持された液晶層と、前記一対の透明基板の透明電極により形成されるマトリクス状の画素に画像信号に対応した電圧を印加する電圧印加手段を有する液晶表示素子と、前記液晶表示素子の背面から照明する発光ピーク波長が400～500nmの光を射出する光源と、前記液晶表示素子の液晶層の光射出側に液晶表示素子の各画素に対応して配置し、前記光源光を赤色、あるいは緑色に変換する一種以上の波長変換用蛍光体からなる波長変換部を有するカラー表示装置であって、前記液晶表示素子は少なくともその光入射側に偏光板を有し、液晶層に入射する光の偏光状態を利用して表示を行うものであり、前記光源から前記液晶表示素子への光路中に、少なくとも前記光源の主発光波長帯域の光を互いに偏光状態が異なる第1の偏光と第2の偏光に分離する偏光分離手段を備え、分離した第1の偏光を前記液晶表示素子の光入射側に配置された偏光板を透過する偏光成分に変換する第1の偏光変換手段と、第2の偏光を前記液晶表示素子の光入射側に配置された偏光板を透過する偏光成分、あるいは、第1の偏光と同じ偏光に変換する第2の偏光変換手段を備えたことを特徴とするカラー表示装置。

【0027】〔2〕 前記波長変換部が前記液晶表示素子の赤色表示画素に対応する部分には前記光源光を吸収して赤色の蛍光を発する赤色用蛍光体をパターンニングし、緑色表示画素に対応する部分には前記光源光を吸収して緑色の蛍光を発する緑色用蛍光体をパターンニングし、青色表示画素に対応する部分には青色以外の波長光をカットする青色カラーフィルタをパターンニングした前記のカラー表示装置。

【0028】〔3〕 前記偏光分離手段がコレステリック液晶層であり、前記第1の偏光変換手段が前記コレステリック液晶層と液晶表示素子との間に配置した位相差板であり、前記第2の偏光変換手段が前記コレステリック液晶層で反射した光源光を再び前記コレステリック液晶層へ反射する少なくとも垂直入射した円偏光を回転方向が逆の円偏光として反射する反射面である前記〔1〕または〔2〕に記載のカラー表示装置。

【0029】〔4〕 前記偏光分離手段が電気ベクトルの振動方向が互いに直交する2種の直線偏光にそれぞれ反射光と透過光とに分離する直線偏光分離素子であり、該直線偏光分離素子はこれを透過する直線偏光の電気ベクトルの振動方向を、前記液晶表示素子の照明光入射側に配置した偏光板の透過軸と一致させることで前記偏光分離手段と前記第1の偏光変換手段の機能を兼用したものであり、前記第2の偏光変換手段が前記直線偏光分離素子で反射した光を、再び前記直線偏光分離素子へ反射する少なくとも垂直入射した円偏光を回転方向が逆の円偏光として反射する反射面と、前記直線偏光分離素子と前記反射面の間に配置した位相差板とから構成される前記〔1〕または〔2〕に記載のカラー表示装置。

【0030】〔5〕 前記光源が板状の導光体の周縁に近接配置された蛍光ランプであり、前記導光体が端面から入射した光を全反射により内部に閉じ込めるよう構成され、内部を伝搬する光の反射角度を変えることで、少なくとも一方向がほぼ平行化された光を外部に放射する微細な傾斜面を有する多数の凹面、凸面または段差で構成された傾斜反射面を裏面（液晶表示素子と反対側の面）に備え、前記導光体と前記液晶表示素子との間に前記偏光分離手段としてコレステリック液晶層を配置し、前記コレステリック液晶層と前記液晶表示素子との間に前記第1の偏光変換手段として位相差板を配置し、前記導光体の裏面に前記第2の偏光変換手段として前記コレステリック液晶層で反射した光源光を再び前記コレステリック液晶層へ反射する少なくとも垂直入射した円偏光を、回転方向が逆の円偏光として反射する反射面を備えた前記〔1〕または〔2〕に記載のカラー表示装置。

【0031】〔6〕 前記光源が板状の導光体の周縁に近接配置された蛍光ランプであり、前記導光体が端面から入射した光を全反射により内部に閉じ込めるよう構成され、内部を伝搬する光の反射角度を変えることで少なくとも一方向がほぼ平行化された光を外部に放射する微細な傾斜面を有する多数の凹面、凸面または段差で構成された傾斜反射面を裏面（液晶表示素子と反対側の面）に備え、前記導光体と前記液晶表示素子との間に前記偏光分離手段として電気ベクトルの振動方向が互いに直交する2種の直線偏光にそれぞれ反射光と透過光に分離する直線偏光分離素子を配置し、前記直線偏光分離素子はこれを透過する直線偏光の電気ベクトルの振動方向を前記液晶表示素子の光入射側に配置した偏光板の透過軸と一致させることで前記偏光分離手段と前記第1の偏光変換手段の機能を兼用したものであり、前記第2の偏光変換手段が前記直線偏光分離素子で反射した光を、再び前記直線偏光分離素子へ反射し、少なくとも垂直入射した円偏光を回転方向が逆の円偏光として反射する前記導光体の裏面に配置した反射面と、前記直線偏光分離素子と前記反射面との間に配置した位相差板とから構成された前記〔1〕または〔2〕に記載のカラー表示装置。

【0032】〔7〕 前記導光体と前記液晶表示素子との間に、少なくとも一方向に関しては無指向性である光をほぼ平行光に変換する光路変換手段を配置し、前記光路変換手段の光路変換方向を、前記導光体から出射する光のほぼ平行化された方向と直交させた前記〔5〕または〔6〕に記載のカラー表示装置。

【0033】〔8〕 前記光路変換手段は一方の面が平滑面で、他方の面が複数の三角柱状のマイクロプリズムを整列配置した形状のマイクロプリズムアレイであり、前記マイクロプリズムアレイは光学的に等方な透明体、または、マイクロプリズムの長手方向と平行もしくは直交する方向に光学軸を有する一軸光学異方性の透明体で構成され、前記マイクロプリズムアレイは、これを通して直線偏光の電気ベクトルの振動方向とマイクロプリズムの長手方向を平行、または、直交するように配置した前記〔7〕に記載のカラー表示装置。

【0034】〔9〕 前記光源が複数の整列配置した青色LED (Light Emitting Diodes) であり、前記青色LEDと、前記液晶表示素子との間に前記青色LEDからの出射光をほぼ平行化する複数のコリメータレンズと、前記青色LEDから出射し、前記コリメータレンズを通過した光を反射と透過により2つの異なる偏光に分離する偏光分離面を有する偏光分離手段を備え、前記偏光分離面で反射した光を、前記偏光分離面を透過した光と同じ方向に反射する複数の反射面を、前記偏光分離面と交互に複数個整列配置し、前記偏光分離面で分離された2つの異なる偏光の少なくとも一方の偏光状態を変えることで、偏光状態を描える前記第1の偏光手段または第2の偏光手段としての偏光変換素子を、前記偏光分離面および前記反射面と、前記液晶表示素子との間に配置した前記〔1〕または〔2〕に記載のカラー表示装置。

【0035】〔10〕 前記波長変換部の前記青色カラーフィルタがパターンニングされていない部分（蛍光体パターンニングされている部分）に、蛍光体よりも表面（観察者側の面）側の位置に前記赤色用蛍光体および緑色用蛍光体の蛍光の発光スペクトルが透過し、それ以外の光を吸収するバンドパスフィルタを設けた前記〔1〕～〔9〕のいずれかに記載のカラー表示装置。

【0036】〔11〕 前記波長変換部の背面（液晶表示素子側の面）に光源の発光スペクトル以外の可視光を反射する反射層を設けた前記〔1〕～〔10〕のいずれかに記載のカラー表示装置。

【0037】

【発明の実施の形態】前記のように構成した本発明のカラー表示装置では、光源から出射し、液晶表示素子で変調される光は帯域の狭い単色（青色）光である。このため偏光分離手段であるコレステリック液晶層、あるいは直線偏光分離素子の偏光分離性能や、偏光変換手段である位相差板の機能は、白色光のように帯域の広い光の場合よりも高くなる。

【0038】従って、非偏光である光源光は従来よりも効率良く所望の直線偏光、即ち、液晶表示素子の背面側に配置した偏光板の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光に変換された後、液晶表示素子に照射される。このため液晶表示素子に入射する光は、偏光板で殆ど吸収されることなく表示に寄与できるので、従来、液晶表示素子の偏光板で吸収され、無駄になっていた光を効率良く利用することができる。

【0039】また、液晶表示素子は、単に光源光である青色光を選択的に通過させる光シャッターとして機能し、緑色と赤色の表示はそれぞれの色を表示する画素に対応した位置にパターンニングされた蛍光体の蛍光により行われる。また、青色の表示は青色を表示する画素に対応した位置にパターンニングされた青色カラーフィルタの透過光により表示されるが、光源光はもともと青色なので青色カラーフィルタでの光の損失はほとんど無い。このため、従来のカラー液晶表示装置のようなカラーフィルタによる光吸収がなく、光利用効率が高く明りいカラー表示装置が実現できる。

【0040】さらに照明装置から出射する照明光は、導光体の裏面に形成された傾斜反射面、および光路変換手段の作用により、全方位にわたって平行化されているため、液晶表示素子の液晶層と、波長変換部の蛍光体がガラス基板で隔てられ、距離が離れていても、本来表示すべき画素とは異なる画素に対応した蛍光体への照明光の漏れが少なくなり、色のにじみや解像度の低下が抑制されて高品位なカラー表示が得られる。

【0041】また、蛍光表示に用いる励起光（光源光）は可視光なので、一般に、液晶表示素子で利用される各種透明材料において、紫外線のように吸収されることがないので光源光が効率良く利用でき、さらに紫外線による偏光板、液晶等の劣化が無く、長寿命の蛍光カラー表示が得られる。

【0042】さらに、本発明のカラー表示装置では、波長変換部の青色カラーフィルタがパターンニングされていない部分、即ち、蛍光体パターンニングされている部分であって、かつ、蛍光体よりも表面（観察者側の面）側の位置に前記赤色用蛍光体および緑色用蛍光体の蛍光の発光スペクトルは透過し、それ以外の光は吸収するバンドパスフィルタを設けた。

【0043】この場合は、外光に含まれる励起光はバンドパスフィルタにおいて吸収されるので、蛍光体が蛍光して黒表示の輝度を高くしてしまうことがなく、さらに蛍光体の蛍光による赤色光や緑色光は、バンドパスフィルタで吸収されることなく透過し、青色光も青色カラーフィルタ部にはバンドパスフィルタがないので吸収されることなく表示に寄与できるので、明りい環境下であっても高いコントラスト比が得られる。

【0044】また、波長変換部の背面（液晶表示素子側の面）に光源の発光スペクトルは透過し、それ以外の可

視光を反射する反射層を設けたことで、蛍光体で蛍光した拡散光が液晶表示素子へ戻って光の損失となったり、迷光となって色のにじみ等の画質劣化を引き起こすことがないため、明るく表示品質の高いカラー表示装置が実現できる。

#### 【0045】

【実施例】〔実施例 1〕以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1は本発明のカラー表示装置の一例を示す模式断面図である。

【0046】液晶表示素子200は、液晶層に入射する光の偏光状態を変調することで表示を行うものを使用する。液晶表示素子は大別してTFT等のスイッチング素子を用いたアクティブマトリクス駆動によるものと、マルチプレックス駆動によるものの2方式があるが、液晶層に入射する光の偏光状態を変調して表示を行うものとしては、TN液晶表示素子等のアクティブマトリクス駆動によるもの、あるいは、STN液晶表示素子等のマルチプレックス駆動のものを用いることができる。ここでは、TN液晶表示素子の場合について説明する。

【0047】液晶表示素子200は、透明電極203および配向膜204が積層形成された第1の透明ガラス基板201と、配向膜206および画素を形成する透明電極205、およびこれと接続される図示していない配線や、薄膜トランジスタ等のスイッチング素子を有する第2の透明ガラス基板202と、これら2枚の透明ガラス基板201、202の間に図示していないスペーサーにより形成された間隙に、シール剤210を介して封入された誘電異方性が正のネマチック液晶からなる液晶層207とを有する。

【0048】液晶層207の液晶分子長軸の配向方向は、2枚の透明ガラス基板201、202上に形成された配向膜にラビング等の配向処理を行なうことで規定され、透明ガラス基板間で連続的に90°ねじれた状態となっている。

【0049】透明ガラス基板202の背面（照明光入射面）と、透明ガラス基板201の光出射面（観察者側の面）には、それぞれ偏光板209、208が互いに直交する直線偏光を透過するように配置され、透明ガラス基板201、202での液晶分子長軸の配向方向は、偏光板208、209の直線偏光の透過軸に対して共に平行、もしくは、共に直交するように構成する。

【0050】偏光板208、209としては、延伸させたポリビニルアルコールにヨウ素を吸収させて偏光機能を付与した膜の両面に、トリアセチルセルロースの保護層を施したものをを用いることができ、それぞれ透明ガラス基板201、202にアクリル系の接着剤により光学的に結合されるよう接着される。

【0051】上記構成により、液晶表示素子200の裏面（照明光入射面）から入射した光のうち偏光板209を透過した直線偏光は、液晶層207を介して偏光板2

08に入射するが、この際、液晶層207を透過する光の偏光状態は、液晶層207に印加する電界によって変化させることができる。このため画像情報に対応した電圧を2枚の透明ガラス基板上の透明電極203、205に印加し、液晶層207に電界を印加して、液晶層207を通過する光の偏光状態を変えることで、偏光板208を透過する光量を制御し光学画像を形成することができる。

【0052】図9は従来のマイクロカラーフィルタを用いたカラーTN液晶表示素子の液晶駆動電圧と透過率の関係を示したものである。図9のとおり従来のカラー液晶表示素子では、液晶駆動電圧と透過率の関係が各色光により異なるため、通常、比視感度の高い緑色光で最大の効率が得られるように液晶表示素子の $\Delta n \cdot d$ が設計される。ここで $\Delta n$ は液晶の複屈折、 $d$ は液晶層の厚さである。この場合、緑色光で最大の明るさが得られる条件では、青色光、赤色光共に最大の明るさが得られない。

【0053】本カラー表示装置では、液晶表示素子200で変調される光が青色光のみなので、液晶表示素子200の条件を青色光に対して最大の明るさが得られるようにすることが必要である。

【0054】具体的には図9に例示した従来のカラー液晶表示素子では、 $\Delta n \cdot d = 0.4452$ （波長633nm）であったが、 $\Delta n \cdot d$ の値を従来より小さくし、例えば、 $\Delta n \cdot d = 0.3528$ （波長633nm）と変更することで図10に示す様に、液晶表示素子の液晶駆動電圧と透過率の関係を青色光に最適化する。

【0055】波長変換部100は、短波長の可視光（青色光）を吸収して、長波長の可視光（緑色光、赤色光）を放出する蛍光色素や、蛍光顔料または蛍光染料を含む蛍光体膜をガラス板や樹脂板等の透明基材に塗布し、液晶表示素子200の画素に対応してパターンニングしたものをを用いる。

【0056】液晶表示素子200の赤色表示画素に対応する部分には、青色光を吸収して赤色の蛍光を発する赤色用蛍光体101Rをパターンニングし、緑色表示画素に対応する部分には青色光を吸収して緑色の蛍光を発する緑色用蛍光体102Gをパターンニングし、青色表示画素に対応する部分には青色以外の波長光をカットする青色カラーフィルタをパターンニングする。この際、蛍光色素の蛍光は拡散光となるので、別の画素に対応した部分に光が漏れることがないように、異なる画素に対応した蛍光体やカラーフィルタとの境に、可視光を吸収するブラックマトリクス104を形成してもよい。

【0057】可視光のような低エネルギー線に対して蛍光を発するものとしては、レーザー色素のような有機系の蛍光色素、または、蛍光顔料を用いることができる。

【0058】青色光を吸収して赤色領域の蛍光を発する蛍光色素としては、例えば、ローダミンB、ベシック



レッド2等のローダミン系色素、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチルリン)-4H-ピラン等のシアニン系色素、1-エチル-2-[4-(p-ジメチルアミノフェニル)-1,3-ブタジエニル]-ピリジウム-パーコラレイト等のピリジン系色素、オキサジン系色素を挙げることができる。

【0059】また、青色光を吸収して緑色領域の蛍光を発する蛍光色素としては、例えば、3-(2'-ベンゾチアゾイル)-ジエチルアミノクマリン、2,3,5,6-1H,4H-テトラヒドロ-8-トリフルオロメチルキノリジン(9,9s,1-gh)クマリン、3-(2'-ベンゾイミダゾイル)-7-N,N-ジエチルアミノクマリン等のクマリン色素やクマリン色素系染料であるベーシックイエロー51を挙げることができる。さらに各種染料も蛍光性があれば使用できる。

【0060】これらの蛍光色素は単独、あるいは、波長変換効率を高めるために必要に応じて混合して用いるとよい。

【0061】また、各蛍光の色純度を高めるために、赤色用蛍光体101Rには赤色色素、緑色蛍光体102Gには緑色色素を混入する、あるいは、赤色用蛍光体101Rの表面(観察者側の面)に赤色以外の波長光を吸収する赤色カラーフィルタを形成し、緑色用蛍光体101Rの表面(観察者側の面)に緑色以外の波長光を吸収する緑色カラーフィルタを形成するにしてもよい。

【0062】透明基材の材料としては、可視光に対して透明なガラス板や樹脂板、あるいは、樹脂フィルムを用いることができ、透明樹脂としては、例えば、ポリカーボネート、ポリサルフォン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンテレフタレート、ポリアクリレート、ポリメチルメタクリレート等の透明高分子樹脂を用いることができる。

【0063】蛍光色素を含む蛍光体膜の塗布、パターンニングは、周知技術を利用する。例えば、蛍光材料をインク基材に練りこんだインクを使用する印刷法や、蛍光色素を液状のレジスト中に分散させ、これをスピンコート法などにより成膜したのちフォトリソグラフィ法でパターンニングする等の方法を用いることができる。

【0064】なお、こうした波長変換部としては特開平9-245511号公報に記載の蛍光変換フィルタを用いることができる。

【0065】図1における照明装置300は導光体302と、導光体302の1側面に配置され、その側面長さに対応した発光長を有する光源301と、光源301の一部を覆うように配置したランプカバー303と、導光体302の表面側(液晶表示装置200側の面)に、空気を介して積層配置した偏光分離手段としてのコレステリック液晶層601、偏光変換手段としての位相差板501、および、光路変換手段としてマイクロプロズムアレイ401と、導光体302の裏面(液晶表示素子20

0と反対側の面)に、空気を介して配置した偏光維持反射板304とから構成される。

【0066】本カラー表示装置は、波長変換部100にパターンニングされた蛍光体の蛍光によりカラー表示を行うもので、光源光(励起光)として紫外線、あるいは、近紫外線ではなく可視光である青色光を用いることを特徴とする。

【0067】これは、紫外線が光源光を液晶表示素子に導く導光体、あるいは、液晶表示素子において吸収されるため光源光を効率良く利用できないこと、および、液晶や配向膜等が、材料によっては紫外線により劣化して寿命が短くなると云った課題を生じるからである。

【0068】図11は、液晶表示素子に用いられている偏光板の透過スペクトルの一例を示す図である。

【0069】一般に、液晶表示素子に使用される偏光板は、偏光膜の保護層に紫外線吸収剤が添加されており、これにより偏光膜を紫外線から保護している。このため波長380nm以下の光(紫外線)は、ほとんど吸収されて透過しない(図11参照)。

【0070】図12は、偏光板を除いた液晶表示素子の透過スペクトルを示す図である。図示のとおり透明電極、配向膜、液晶においても紫外線は大部分が吸収され、波長400nm以下になると透過率は急激に減少している。

【0071】従って、光源の発光ピーク波長は400nm以上、かつ、光源光をそのまま青色表示に利用するために500nm以下であることが、光利用効率を高くする上で望ましい。即ち、光源301は、発光ピーク波長400~500nmの青色光を発光し、小型、高発光効率、低発熱と云った条件を満たす光源を用いるとよい。さらに偏光板の透過率が波長430nmを下回ると急激に低下すること(図11参照)、および、光源光の青色の色純度を考慮すると、光源の発光ピーク波長は430~480nmであることがより望ましい。

【0072】このような光源としては、冷陰極管や熱陰極管等の蛍光ランプあるいはLED(Light Emitting Diodes)等を使用することができる。ここでは、まず円柱状の蛍光ランプを使用する場合を説明する。

【0073】蛍光ランプに使用する蛍光体としては、例えば、 $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Sr},\text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Sr},\text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}\cdot n\text{B}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{2+}$ 等のハロりん酸塩蛍光体、 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 等のりん酸塩蛍光体、 $(\text{Sr},\text{Ba})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ba}_2\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 等のけい酸塩蛍光体、 $\text{CaWO}_4$ 等のタングステン酸塩蛍光体、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrMg}_2\text{Al}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 等のアルミン酸塩蛍光体等を挙げることができる。

【0074】これらの蛍光体は単独で、あるいは発光効率を高めるために必要に応じて混合して用いるとよい。これらの蛍光体を用いた蛍光ランプでは、ランプ発光効

率が数十lm/Wと高く、発光波長帯域が半値幅50nm以下と狭帯域な青色光を得ることが可能である。

【0075】ランプカバー303は、光源301をカバーし、光源からの出射光を導光体302側に反射するので、光源301を包み込むような円筒形あるいは楕円筒形等の形状をした反射板あるいは反射フィルムを使用する。

【0076】導光体302は、透明なアクリル樹脂から構成され、端面から入射した光を全反射により内部に閉じ込める構成と、内部を伝搬する光の反射角度を変えることで、少なくとも一方向が略平行化された光を、液晶表示素子200側へ放射する微細な傾斜面を有する多数の凹凸面または段差で構成された傾斜反射面を、裏面（液晶表示素子と反対側の面）に備える。

【0077】図2は、導光体302の一例を示す模式断面図である。図2に例示する導光体302は、その表面（液晶表示素子側の面）302Cが平坦な面で構成され、その裏面が略平坦な主面302B、および、図中紙面垂直方向にのびる複数の三角溝の一辺に形成された傾斜反射面302Aとで構成される。

【0078】導光体302の裏面の主面302Bは光源301から出射し、導光体に入射した光を、導光体の表面302Cとの間で全反射により伝搬し、内部に閉じ込めるよう構成される。また、導光体302の裏面の傾斜反射面302Aは、導光体302内を伝搬する光の一部を、その反射角度を変えることで導光体302の表面302Cから出射させる機能を有する。このため傾斜反射面302AはAl、Ag等の金属薄膜、あるいは、誘電体多層膜により鏡面反射面とすることが望ましい。

【0079】ここでは、対角寸法13.3インチの液晶表示素子200に対応するため、光源301として直径2.5mm×長さ290mmの円筒状の蛍光ランプを使用し、また、導光体302は、屈折率1.49のアクリル樹脂製で最大厚さを4mm、寸法290mm×224mmとした。また、導光体裏面の傾斜反射面302Aは、その長軸方向を光源301の長軸方向と平行となるように形成し、傾斜反射面302Aの平均ピッチ $P=200\mu\text{m}$ 、平均高さ $h=10\mu\text{m}$ 、平均傾斜角度 $\theta=40^\circ$ とした。

【0080】なお、傾斜反射面302Aの高さ $h$ を光源301に近いところでは低く、光源301から遠い場所では高くなるよう連続的に変化させるか、あるいは、傾斜反射面302Aのピッチ $P$ 、もしくは、傾斜角度 $\theta$ を光源301からの距離により連続的に変化させるか、あるいは導光体302の厚さ、即ち、導光体の表面302Cと裏面の主面302Bとの厚さを、光源から離れるに従って薄くなるよう構成するなどして、導光体302から出射する光の均一性を高めるようにしてもよい。

【0081】本構成によれば、導光体302に入射した光源301からの出射光1101は、導光体302の表

面302Cおよび導光体裏面の主面302Bとの間で全反射を繰り返しながら伝搬するが、導光体内を伝搬する光のうち、傾斜反射面302Aに至った光は、反射角度が変わり導光体表面302Cで全反射条件からはずれて出射する。

【0082】導光体302から出射した光は、傾斜反射面302Aを構成する三角溝の長手方向（稜線）に平行な方向には広がりを持った光になるが、傾斜反射面302Aの長手方向と垂直な方向には、半値角が $\pm 10^\circ$ 以下の略平行化された光が得られる。

【0083】なお、導光体302の形状は、上記機能を満たせば本形状に限定されるものではなく、図3、または、図4に例示するとおり、その裏面が連続的な波形、あるいは、階段状になっていてもよい。

【0084】コレステリック液晶層601は光源301から出射し、導光体302を介して液晶表示素子200に向かう光を、異なる2種類の偏光に分離する偏光分離手段として機能するもので、配向処理された2枚のガラス基板間に低分子コレステリック液晶を収めた液晶セルや、高分子コレステリック液晶層をガラスあるいは透明性樹脂等の光学的に等方で透明な基板上に形成したものが使用できる。

【0085】コレステリック液晶層601は、ヘリカルな分子配列に基づく特異な光学特性を示すもので、ヘリカル軸に平行に入射した光が、コレステリック螺旋の回転方向に応じて一方の回転方向の円偏光は反射し、他方は透過すると云う選択反射を示すものである。このためコレステリック液晶層601に入射する主光束がヘリカル軸と平行となるよう、コレステリック液晶層601のヘリカル軸は、液晶表示素子200の表示面に対してほぼ垂直となるように構成することが望ましい。

【0086】また、コレステリック液晶層による選択反射の中心波長 $\lambda_0$ は $\lambda_0=n_o \cdot p$ 、その波長帯域 $\Delta\lambda$ は $\Delta\lambda=\Delta n \cdot p$ で表される。

【0087】ここで、 $p$ はコレステリック液晶層の螺旋ピッチ、 $n_o$ は液晶の平均屈折率、 $\Delta n$ は液晶の複屈折であり、液晶分子の長軸に平行および垂直な方向の屈折率をそれぞれ $n_e$ 、 $n_o$ とすると、 $n_o=\sqrt{(n_e^2+n_o^2)/2}$ 、 $\Delta n=n_e-n_o$ と表される。

【0088】光源の発光ピーク波長と選択反射の中心波長 $\lambda_0$ は一致させることが望ましく、 $n_o$ は一般に1.5～1.7、 $\Delta n$ は0.10～0.26程度の値を持つので、螺旋ピッチ $p$ は、光源の発光ピーク波長と液晶材料の物性値とから自ずと決定される。例えば、光源である蛍光ランプの主たる蛍光体として $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}^{2+}$ を使用した蛍光ランプでは、その発光スペクトルの半値幅が約50nm、発光ピーク波長が約450nmとなるので、 $n_o=1.5$ 、 $\Delta n=0.26$ の液晶を用いた場合、螺旋ピッチ $P$ は約300nmとすればよい。この場合の選択反射の帯域は76nm程度にな

り、光源光の発光スペクトルをほぼカバーできるので、光源光の偏光分離を効率良く行うことができる。

【0089】図5は、コレステリック液晶層601の特定の円偏光に対する透過率の波長依存性の一例を示したものである。

【0090】上記のとおり、光源301から出射する光は単色（青色）光であり、蛍光ランプであれば発光波長帯域は半値幅で50nm以下と狭くできるので、光源から出射される非偏光を、一層のコレステリック液晶層によって異なる円偏光に効率よく分離することができる。つまり、ピッチの異なる複数のコレステリック液晶層を積層したり、Asia Display 95 Digest p735に記載されているようなピッチを連続的に変化させたコレステリック液晶層を用いる必要がないため、より低コストで性能の高い偏光分離手段が実現できる。

【0091】位相差板501は、コレステリック液晶層601を透過した円偏光を、液晶表示素子200の裏面側（照明光入射面）の偏光板209を透過する直線偏光、即ち、偏光板209の透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光に変換する偏光変換手段として機能するもので、光源光の発光波長帯域において、1/4波長板として機能するものを用いる。

【0092】位相差板501としては、光源光に対して高い透過率を有する一軸延伸した高分子フィルム、例えば、ポリビニルアルコール、ポリカーボネート、ポリサルフォン、ポリスチレン、ポリアリレート等を用いることができる。この他にも雲母や水晶、または、分子軸を一方に揃えて配向した液晶層等を用いることができる。

【0093】なお、一般に位相差板を構成する透明体には、屈折率の波長依存性（波長分散）があるため、白色光のように波長帯域が広い光に対しては、一種一層の位相差板では十分な性能が得られない。このため波長分散の異なる2種の位相差板を、その光学軸をずらして貼合わせると云ったことが行われるが、この場合は、光入射角度による位相差の変化が大きくなる等の性能の劣化や、コストの上昇と云った問題が生じる。

【0094】しかし、本カラー表示装置では、光源301からの出射光の波長帯域は、半値幅で50nm以下と狭くなるため、一種一層の位相差板でその機能を十分に満たすことができるので、高性能な偏光変換手段を容易に実現することができる。

【0095】マイクロプロズムアレイ401は、導光体302から出射し液晶表示素子200に向う照明光の平行度を高める光路変換手段としての機能を有するもので、特公平1-37801号公報（発明の名称：照明パネル）に記載の、その両面が平滑面と波形面で構成される透明シートを用いることができる。

【0096】図6に例示するとおりマイクロプロズムアレイ401は、その両面がそれぞれ頂角 $\alpha$ の3角柱状プ

リズムからなる波形面401Bと、平滑面401Cとで構成される透明シートであり、プリズムの長手方向（稜線）401Aと直交する方向に広がりをもつ光束を、平滑面401Cの垂線方向に平行化する光路変換手段として機能するものである。

【0097】プリズムのピッチは数十 $\mu\text{m}$ 、プリズムの頂角 $\alpha$ は80～100°程度にすればその機能を満たすことができるが、プリズムのピッチが液晶表示素子の画素ピッチと同程度であるとモアレが目立つので、プリズムのピッチは画素ピッチより小さくするかまたは大きくして、モアレが目視できないようにすることが望ましい。また、プリズムの頂角 $\alpha$ も、導光体302から出射される光の出射角度分布に対応して最適化するとよい。

【0098】本実施例では導光体302から出射する光は、導光体裏面の傾斜反射面302Aの長手方向（稜線）と直交する方向にはほぼ平行化された光となるが、傾斜反射面302Aの長手方向（稜線）と平行な方向には広がりを持った光となるため、マイクロプロズムアレイ401は、そのプリズムの長手方向401Aを導光体302の傾斜反射面302Aの長手方向（稜線）と直交するように配置することで、液晶表示素子200に照射される照明光の平行性を、全方位に渡って高めるように構成する。

【0099】なお、導光体302から出射し、コレステリック液晶層601および位相差板501を通過した照明光は、液晶表示素子200の偏光板209の透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光となっており、このまま液晶表示素子200に照射すれば、偏光板209での光損失は殆どない。

【0100】従って、照明光を効率良く利用するには、マイクロプリズムアレイ401はこれを通過する照明光の偏光状態を、できるだけ維持する必要がある。このため、マイクロプリズムアレイ401を構成する透明体は復屈折性の無い材料、あるいはマイクロプリズムの長手方向401Aまたはこれと直交する方向に光学軸を有する一軸光学異方性の透明体を用い、さらに、マイクロプリズムの長手方向401Aを、マイクロプリズムアレイを通過する直線偏光の電気ベクトルの振動方向と平行、もしくは、直交するように配置するとよい。

【0101】マイクロプリズムアレイ401を構成する透明体としては、キャスト法（溶液流延法）により成膜したポリカーボネートフィルムや、トリアセチルセルロースフィルム等のポリマーフィルム、あるいは、射出成形により形成した脂環式アクリル樹脂（商品名オプトレット：日立化成工業製）等の光学的に等方な透明体、あるいは、一軸延伸したポリカーボネートフィルム、ポリビニルアルコール、ポリサルフォンと云ったポリマーフィルムを用いることができる。

【0102】偏光維持反射板304はガラス板や樹脂板、樹脂フィルム等の基材上に偏光状態を維持する反射

面を形成したものであり、偏光分離手段であるコレステリック液晶層601で反射して導光体302へ戻ってきた光を、再び、その偏光状態を維持したまま液晶表示素子200側へ反射する機能を有する。

【0103】ここで述べる偏光状態を維持する反射面とは、少なくとも垂直入射光に対しては、円偏光はその回転方向が逆の円偏光として反射する反射面のことである。具体的には反射面として基材にAl、Ag等の金属薄膜を被着したもの、あるいは、光源光の波長帯域に対して高い反射率が得られるように構成した誘電体多層膜による鏡面反射面を使用する。

【0104】図7は本発明のカラー表示装置を構成する各部材の配置の一例を示した模式斜視図である。

【0105】前記のとおり、マイクロプリズムアレイ401は、そのプリズムの長手方向401Aを導光体302裏面の傾斜反射面302の長手方向(稜線)302AAに対し直交するよう配置する。さらに、液晶表示素子の裏面(照明光入射面)に配置した偏光板209の透過軸209Aをマイクロプリズムアレイ401のプリズム長手方向(稜線)401Aに対して、垂直(あるいは平行)となるように配置し、液晶表示素子の表面(観察者側の面)に配置した偏光板208の透過軸208Aは、偏光板209の透過軸209Aと直交するよう配置する。

【0106】また、位相差板501の光学軸501Aは、コレステリック液晶層601を透過した円偏光を、偏光板209の透過軸209Aと平行な偏光軸を有する直線偏光に変換するため、偏光板209の透過軸209Aに対し、 $45^\circ$  (または $135^\circ$ ) の角度を成すように配置する。

【0107】次に、本カラー表示装置の動作を図1および図8を参照しながら説明する。図8は本カラー表示装置の動作を説明するための一部概略断面図である。

【0108】図1の光源301から出射した光は直接、または、ランプカバー303で反射した後、導光体302に入射する。導光体302に入射した光1101は導光体302の表面302Cと裏面の主面302Bとの間で、全反射を繰り返しながら導光体302内を伝搬するが、導光体内を伝搬する光1101のうち、傾斜反射面302Aに到達した光は反射角度が変わり、導光体表面302Cで全反射条件から外れて、液晶表示素子200に向かって出射する。

【0109】図8の導光体302から出射した光1102は、コレステリック液晶層601に至る。ここでは以下、コレステリック液晶層601が左回りの円偏光(以下、左円偏光)は透過し、右回りの円偏光(以下、右円偏光)は反射する場合を説明する。

【0110】図8に示すとおり、導光体302を出射した光は非偏光であるが、この出射光のうち左円偏光成分はコレステリック液晶層601を透過し、右円偏光成分

は反射する。コレステリック液晶層601を透過した光1103は位相差板501の作用により、偏光板209の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光に変換された後、マイクロプリズムシート401を介して液晶表示素子200に向かう。

【0111】一方、コレステリック液晶層601で反射した光1104は、導光体302を透過して偏光維持反射板304で反射し、再び導光体302を透過してコレステリック液晶層601に向かう。この際、偏光維持反射板304で反射した光は円偏光の回転方向が逆の円偏光となるため、はじめコレステリック液晶層601で反射した右円偏光光1104は偏光維持反射板304での反射の際、左円偏光となり、今度はコレステリック液晶層601を透過して、位相差板501の作用により、偏光板209の直線偏光透過軸と電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光に変換された後、液晶表示素子200に入射する。

【0112】つまり、非偏光である光源301からの出射光は、効率よく所望の直線偏光(偏光板209の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光)に変換された後、液晶表示素子200に照射される。このため液晶表示素子200に入射する光は、偏光板209で殆ど吸収されることなく表示に寄与するので、従来、液晶表示素子の偏光板で吸収され、無駄となっていた光を有効に利用することができる。

【0113】液晶表示素子200に入射した光は画像情報に応じた変調を受けた後、波長変換部100に入射する。

【0114】波長変換部100は、光源光である青色光を吸収して緑色の蛍光を発する緑色用蛍光体102G、青色光を吸収して赤色の蛍光を発する蛍光体101R、および青色以外の波長光をカットする青色カラーフィルタ103Bが液晶表示素子200の各色光の画素に対応してパターンニングされており、液晶表示素子200は単に青色光を選択的に通過させる光シャッターとして機能し、青色光が通過した画素に配置した蛍光体の蛍光、または、カラーフィルタの透過光によりカラー表示が行われる。

【0115】蛍光色は蛍光体の特性により決まり赤、緑共に色鮮やかな色彩表示が可能となる。また、青色カラーフィルタ部は、光源光がもともと青色なので光の損失が殆ど無い状態で色鮮やかな青色光が得られる。

【0116】上記のとおり、本カラー表示装置によれば、光源からの出射光は帯域の狭い単色(青色)光であるため白色光のように帯域の広い光に比べて効率よく所望の直線偏光、即ち、液晶表示素子の背面側に配置した偏光板の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光に変換された後、液晶表示素子に照射される。このため液晶表示素子に入射する光は、偏光板で殆ど吸収されることなく表示に寄与できるので、従

来、液晶表示素子の偏光板で吸収され、無駄となっていた光を有効に利用することができる。

【0117】液晶表示素子は、単に光源光である青色光を選択的に通過させる光シャッターとして機能し、緑色および赤色の表示はそれぞれの色を表示する画素に対応した位置にパターンニングされた蛍光体の蛍光により、明るく色鮮やかな表示となる。さらに青色の表示は、青色を表示する画素に対応した位置にパターンニングされた青色カラーフィルタの透過光により行なわれるが、光源光がもともと青色なので、光の損失が殆ど無い状態で色鮮やかな表示が得られる。このため、従来のカラー液晶表示装置のようなカラーフィルタによる光の吸収が無く、光利用効率が高く、明るいカラー表示装置が実現できる。

【0118】さらに、本カラー表示装置では照明装置から出射する照明光が、導光体の裏面に形成された傾斜反射面およびマイクロプリズムアレイの作用により、全方位にわたって平行性の高い光となっている。このため、液晶表示素子の液晶層と、波長変換部の蛍光体がガラス基板で隔てられ、距離が離れていても、本来、表示すべき画素とは異なる画素に対応した蛍光体への照明光の漏れが少ないため、色のにじみや解像度の低下が抑制されて、高品位なカラー表示が得られると云う効果がある。

【0119】また、蛍光表示に用いる励起光（光源光）が可視光なので、一般に、液晶表示素子で用いられる各種透明材料において、紫外線のように吸収されることが無いため光源光が効率良く利用でき、さらに紫外線による偏光板、液晶等の劣化が無く、長寿命の蛍光カラー表示が得られると云う効果もある。

【0120】また、青色カラーフィルタの観察者側に、前方散乱の大きい拡散層を付加すれば、入射光の方向に依存せず一様な空間分布の青色光が得られ、赤色光および緑色光は、蛍光体の蛍光の空間分布がもともと入射光の方向に依存せず一様であるため、視野角依存性の無い表示が得られると云う効果もある。

【0121】なお、光源の発光スペクトルが色純度の高い青色光であれば、波長変換部の青色カラーフィルタは必ずしも必要ないので、これを省いてもよい。

【0122】〔実施例 2〕次に、本発明に係る他のカラー表示装置の実施例を図面を用いて説明する。図13は本発明のカラー表示装置を示す一部概略断面図である。

【0123】本実施例は、図1を用いて説明した実施例1において、波長変換部100を改良したもので、上記実施例1と同一の部分には同じ符号をつけ、詳細な説明は省略する。

【0124】本実施例では、波長変換部100の表面（観察者側の面）の青色カラーフィルタ103B部を除いた部分、即ち、蛍光体がパターンニングされている部分に赤色用蛍光体101R、および、緑色用蛍光体102

Gの蛍光の発光スペクトルは透過し、それ以外の光は吸収するバンドパスフィルタ105を設け、さらに、波長変換部100の背面（液晶表示素子200側の面）に、光源の発光スペクトル以外の可視光を反射する反射層106を設けたことが実施例1とは異なる特徴である。

【0125】バンドパスフィルタ105は、明るい環境下でカラー表示装置を見る際に、外光により波長変換部100にパターンニングされた蛍光体が蛍光を発して、コントラスト比が低下することを防止するために設けたもので、外光に含まれる励起スペクトル、即ち、青色光を吸収する機能を有するものを使用する。

【0126】従って、青色の補色である黄色は透過し、黄色以外の光は吸収する、いわゆる黄色カラーフィルタを用いてもよい。より望ましくは、蛍光体の蛍光の発光スペクトルのみを透過し、それ以外の波長は吸収するバンドパスフィルタを用いることで、外光に含まれる励起スペクトル、および、蛍光体の蛍光の発光スペクトル以外の、できるだけ広範囲の可視波長光を吸収するようにして、明るい環境下での黒表示の輝度をより下げて、コントラスト比を向上するにするとよい。

【0127】反射層106は光源の発光スペクトルは透過し、蛍光体の蛍光の発光スペクトルは反射する機能を有する。これは蛍光体の蛍光が拡散光であり、この拡散光の一部が液晶表示素子200側へ戻り光損失となったり、迷光となって色のにじみ等の画質劣化の原因となることを防止するために設けるものである。反射層106としては青色光は透過し、黄色光を反射するように構成した誘電体多層膜を用いればよい。

【0128】本実施例においても上記実施例1と同様、非偏光である光源からの出射光は、帯域の狭い単色（青色）光であるため効率良く所望の直線偏光に変換された後、液晶表示素子に照射されるので、従来、液晶表示素子の偏光板で吸収され、無駄となっていた光を有効に利用することができる。

【0129】さらに、液晶表示素子は、単に光源光である青色光を選択的に通過させる光シャッターとして機能し、緑色および赤色の表示は蛍光体の蛍光により、また、青色の表示はもともと青色の光源光の青色カラーフィルタの透過光により行なうため、カラーフィルタによる光吸収のない、光利用効率が高く、明るいカラー表示装置が実現できる等の効果がある。

【0130】さらに、本実施例特有の効果として以下の効果が得られる。即ち、本実施例では波長変換部100表面の青色カラーフィルタ103B部を除いた部分、つまり蛍光体がパターンニングされている部分に、赤色用蛍光体101Rおよび緑色用蛍光体102Gの蛍光の発光スペクトルは透過し、それ以外の光は吸収するバンドパスフィルタ105を積層した。

【0131】このため、明るい環境下であっても、外光に含まれる励起光はバンドパスフィルタにおいて吸収さ

れるため、外光により波長変換部100にパターンニングされた蛍光体が蛍光して、黒表示の輝度を高くしてしまふことがない。

【0132】さらに蛍光体の蛍光による赤色光や緑色光は、バンドパスフィルタで吸収されることなく透過し、青色光も青色カラーフィルタ部にはバンドパスフィルタがないので吸収されることなく表示に寄与できるため、明るい表示が得られる。従って、明るい環境下であっても高いコントラスト比が得られると云う効果がある。

【0133】また、本実施例では、波長変換部100の背面側（液晶表示素子200）に光源の発光スペクトル（青色光）は透過し、それ以外の可視光を反射する反射層106を設けた。このため、液晶表示素子で変調された青色光は、反射層106で反射することなく透過して蛍光体に至り、蛍光体は蛍光する。

【0134】蛍光による光の放出は拡散光であるため、その一部は液晶表示素子の方向へ向かう。しかし、光源の発光スペクトル、即ち、青色光以外の可視光は、液晶表示素子へ戻ることなく反射層106で反射して、大部分が観察者側へ向い表示の明るさに寄与することになる。つまり、蛍光体で蛍光した拡散光が、液晶表示素子へ戻ることによって光が損失したり、迷光となって色のにじみ等の画質劣化を引き起こすことを防止できるため、明るく表示品質の高いカラー表示装置が実現できると云う効果がある。

【0135】〔実施例 3〕次に、本発明に係る他のカラー表示装置の実施例を図面を用いて説明する。図14は、本発明のカラー表示装置の一例を示す一部概略断面図である。

【0136】本実施例は図13を用いて説明した実施例2において、コレステリック液晶層601の代わりに、偏光分離手段として直線偏光分離素子701を使用し、これに伴い位相差板501、および、マイクロプリズムアレイ401の配置を図示のとおり、導光体302側から位相差板501、マイクロプリズムアレイ401、直線偏光分離素子701の順に配置したもので、実施例1、2と同一の部分には同じ符号をつけ、詳細な説明は省略する。

【0137】直線偏光分離素子701はシート状で、これに入射する光のうち特定の直線偏光成分は反射し、これと直交する直線偏光成分は透過する機能を有するもので、その構成は種々考えられる。

【0138】例えば、国際公開公報：WO95/27919に記載の、異なる複屈折性高分子フィルムを交互に複数層積層した複屈折反射型偏光フィルムや、SID92 Digest p427に記載の頂角がほぼ90度のプリズムアレイを2枚重ね、その重ね合わせ部に誘電体多層膜による偏光分離面を形成したものを使用することができる。

【0139】どちらの場合も一般に偏光分離すべき光の

波長帯域が狭ければ、その分フィルムの積層枚数、もしくは、誘電体膜の層数を減らしてもその機能は満たされるので、より安価な偏光分離素子を実現できる。あるいは、偏光分離すべき光の波長帯域が狭ければ、その分、偏光分離能力の光の入射角度依存性を小さくするなどの性能向上も容易になる。

【0140】本カラー表示装置では、光源からの出射光は単色（青色）光であり、蛍光ランプであれば、その発光波長帯域は半値幅で50nm以下と狭くできるので、白色光源に対応した偏光分離素子に比べて、安価で性能の高い偏光分離手段が容易に構成できる。

【0141】位相差板501は、直線偏光分離素子701で反射した直線偏光を円偏光に変換する機能を有するもので、実施例1、2と同様、光源の発光波長帯域において1/4波長板として機能するものを用いる。

【0142】位相差板501としては光源光に対して高い透過率を有する一軸延伸した高分子フィルム、例えば、ポリビニルアルコール、ポリカーボネート、ポリサルフォン、ポリスチレン、ポリアリレート等を用いることができる。この他にも雲母や水晶または分子軸を一方に揃えて配向した液晶層等を用いることができる。

【0143】なお、一般に位相差板を構成する透明体には、屈折率の波長依存性（波長分散）があるため、白色光のように波長帯域が広い光に対しては一種の位相差板では十分な性能が得られない。このため2種の位相差板を、その光学軸をずらして張り合わせると云ったことが行われるが、この場合は光入射角度による位相差の変化が大きくなる等の性能の劣化や、コストの上昇と云った問題が生じる。

【0144】しかし、本カラー表示装置では、光源301からの出射光の波長帯域は半値幅で50nm以下と狭くなるため、一種一層の位相差板でその機能を十分に満たすことができ、高性能な偏光変換手段が容易に実現できる。

【0145】図15は本実施例のカラー表示装置を構成する各部材の配置の一例を示す模式斜視図である。上記実施例と同様、マイクロプリズムアレイ401は、そのプリズムの長手方向401Aを導光体302裏面の傾斜反射面302の長手方向（稜線）302AAに対し、直交するよう配置する。

【0146】さらに液晶表示素子の光入射側に配置した偏光板209の透過軸209Aは、マイクロプリズムアレイ401のプリズム長手方向（稜線）401Aに対して、垂直（あるいは平行）となるように配置し、液晶表示素子の観察者側に配置した偏光板208の透過軸208Aは、偏光板209の透過軸209Aと直交するように配置する。

【0147】また、直線偏光分離素子701は、その直線偏光の透過軸701Aを偏光板209の透過軸209Aと一致させるように配置し、位相差板501の光学軸

501Aは、直線偏光分離素子701の直線偏光の透過軸701Aに対し、45°もしくは135°の角度を成すように配置する。

【0148】次に本カラー表示装置の動作を図14、図16を参照しながら説明する。図16は、本カラー表示装置の動作を説明するための一部概略断面図である。

【0149】光源301から出射した光は直接、あるいは、ランプカバー303で反射した後、導光体302に入射する。導光体302に入射した光1101は、導光体302の表面302Cと裏面の主面302Bとの間で全反射を繰り返しながら導光体302内を伝搬するが、導光体内を伝搬する光1101のうち、傾斜反射面302Aに至った光は反射角度が変わり、導光体表面302Cで全反射条件から外れて、液晶表示素子200に向かって出射する。

【0150】導光体302から出射した光1102は位相差板501を透過し、マイクロプリズムアレイ401により平行性の高い光となった後、直線偏光分離素子701に入射する。直線偏光分離素子701に入射した光のうち、偏光板209の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光成分は直線偏光分離素子701を透過し、これと直交する直線偏光成分は反射する。直線偏光分離素子701を透過した光1111は、そのまま液晶表示素子200に照射される。

【0151】一方、直線偏光分離素子701で反射した光1112は、偏光状態をほぼ維持したままマイクロプリズムアレイ401を通過し、位相差板501の作用により円偏光となって導光体302へ向かう。導光体302に向かった光はこれを透過して偏光維持反射板304で反射し、再び、導光体302を透過して位相差板501を介して直線偏光分離素子701に向かう。

【0152】この際、偏光維持反射板304で反射する光は、円偏光の回転方向が逆の円偏光となるため、はじめに直線偏光分離素子701で反射して、位相差板501を透過した光1112は、偏光維持反射板304での反射の際、逆回りの円偏光となり、再び位相差板501を透過する際、その作用により、直線偏光分離手段701を透過する直線偏光に変換されるため、今度は直線偏光分離素子701を透過して液晶表示素子200に照射される。

【0153】つまり、光源301から出射した光の大部分は、直線偏光分離素子701を通過して液晶表示素子200に照射される。

【0154】ここで、直線偏光分離素子701を通過する光は、偏光板209の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光である。

【0155】つまり、非偏光である光源301からの出射光は、効率よく所望の直線偏光（偏光板209の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光）に変換された後、液晶表示素子200に照射され

るため、偏光板209で殆ど吸収されることなく表示に寄与するので、従来、液晶表示素子の偏光板で吸収され、無駄となっていた光を有効に利用することができる。

【0156】液晶表示素子200に入射した光は画像情報に応じた変調を受けた後、波長変換部100に入射する。

【0157】波長変換部100は、光源光である青色光を吸収して緑色の蛍光を発する緑色用蛍光体102G、赤色の蛍光を発する赤色用蛍光体101R、および、青色以外の波長光をカットする青色カラーフィルタ103Bが、液晶表示素子200の各色光の画素に対応してパターンニングされたもので、液晶表示素子200は、単に青色光を選択的に通過させる光シャッターとして機能して、青色光が通過した画素に配置した蛍光体の蛍光、あるいはカラーフィルタの透過光によりカラー表示が行われる。

【0158】本実施例においても実施例1、2と同様、従来、液晶表示素子の偏光板、あるいは、カラーフィルタで吸収され、無駄となっていた光を有効に利用することができるため、光利用効率が高く明るいカラー表示装置が実現できる。

【0159】さらに、蛍光表示に用いる励起光（光源光）は、可視光なので紫外線による偏光板、液晶等の劣化がなく、長寿命の蛍光カラー表示が得られるなど、上記実施例と同様の効果が得られる。

【0160】なお、本カラー表示装置の照明装置に用いるマイクロプリズムアレイは、照明光の平行性を高める光路変換手段として機能するものであり、上記のとおり、これに垂直入射する光が電気ベクトルの振動方向がプリズムの長手方向（稜線）に平行、あるいは、垂直をなす直線偏光であれば、その偏光状態はほぼ維持される。従って、図1あるいは図13に例示した前記実施例のように、偏光変換手段としてコレステリック液晶層を用いる場合は、コレステリック液晶層を通過した光が位相差板により直線偏光に変換された後、即ち、液晶表示素子200と位相差板の間にマイクロプリズムアレイを配置することが、照明光の利用効率を高めるために望ましかった。

【0161】しかし、本実施例では偏光分離手段として直線偏光分離素子701を用いており、直線偏光分離素子701の透過光および反射光は、どちらも直線偏光であるため、マイクロプリズムアレイ401を直線偏光分離素子701と液晶表示素子200の間、あるいは、直線偏光分離素子701と位相差板501の間のいずれに配置しても、非偏光である光源光を所望の直線偏光に変換する効率に悪影響を与えない。

【0162】ここで、一般に、偏光分離手段はこれに入射する光の入射角度が小さい程、即ち、入射光の平行性が高い程、偏光分離機能が高くなる。そこで本実施例で



はマイクロプリズムアレイ401を直線偏光分離素子701の背面側(直線偏光分離素子と位相差板の間)に配置して、全方位にわたって平行性の高い光を直線偏光分離素子に入射するように構成した。このため偏光分離手段である直線偏光分離素子701の偏光分離機能が高まり、光利用効率がより高まると云った効果が得られる。

【0163】〔実施例 4〕次に本発明に係る他のカラー表示装置の実施例を図面を用いて説明する。図17は本発明のカラー表示装置を示す一部概略断面図である。

【0164】本実施例は図1、図13、あるいは、図14を用いて説明した実施例1、2または3において、照明装置を変形したものであり、上記実施例と同様な部分には同じ符号をつけ、同一部分については詳細な説明は省略する。

【0165】本実施例の照明装置500は、複数の整列配置した青色LED507と、青色LED507からの出射光を平行化するコリメータレンズ502と、青色LED507から出射した光を反射と透過により、電気ベクトルの振動方向が直交する2種の直線偏光に分離する複数の偏光分離面503と、偏光分離面503で反射した直線偏光を、偏光分離面503を透過した光と同じ方向へ反射する複数の反射面505と、偏光分離面503および反射面505とを、透光性部材506を介して交互に複数配列した構成の偏光分離プリズムアレイ510と、偏光分離面503で分離された2種の直線偏光のうち、少なくとも一方の偏光状態を変えて、偏光分離プリズムアレイ510から出射する光を、液晶表示素子200の背面に配置された偏光板209の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光に変換する機能を有する偏光変換素子504とから構成される。

【0166】青色LED507は、発光ピーク波長400～500nmの青色光を発するものを用いることができるが、偏光板の透過スペクトル(図11参照)、および、光源光の青色の色純度を考慮すると、発光ピーク波長が430～480nmの青色LEDを用いることがより望ましい。

【0167】コリメータレンズ502は、青色LED507から出射する拡散光を平行化する機能を有するもので、複数の青色LED507に1対1に対応して配置する。なお、市販の透明レンズを備えたLEDランプの中には指向性が強い、即ち、平行性の高い出射光が得られるものがあるので、これを青色LED507とコリメータレンズ502を一体化したものとして使用してもよい。

【0168】具体的には品名NSPB300A、NSPB500A(日亜化学工業製)を用いることができ、この場合、発光ピーク波長が約470nm、発光スペクトルの半値幅が約30nm、半値角が約±7.5°と平行性の高い出射光が得られる。また、品名E1L51-3

B(豊田合成製)を用いれば、発光ピーク波長が約470nm、発光スペクトルの半値幅が約35nm、半値角が約±7.5°と平行性の高い出射光が得られる。

【0169】偏光分離プリズムアレイ510は、青色LED507から出射した光を、反射と透過により電気ベクトルの振動方向が互いに直交する2種の直線偏光に分離する偏光分離面503と、偏光分離面503で反射した光を、偏光分離面503を透過した光の方向と同じ方向へ反射する反射面505とを、断面形状が平行四辺形の柱状の透光性部材506を介して交互に複数配列したものである。

【0170】透光性部材506は、光源の発光スペクトルに対して透明で複屈折性の無い材料、例えば、BK-7等の硝材から構成される。透光性部材506は、その断面形状が内角45°の平行四辺形である柱状の透明体であり、これを順次接合することで板状の外観を形成するものである。透光性部材506の接合界面には偏光分離面503、および、反射面505が交互に形成される。

【0171】偏光分離面503は誘電体多層膜により構成する。ここで一般に偏光分離面は偏光分離すべき光の波長帯域が狭ければ、その分、誘電体膜の層数を減らしてもその機能は満たされるのでより安価になる。また、偏光分離すべき光の波長帯域が狭ければ、その分、偏光分離能力の光の入射角度依存性を小さくするなどの性能向上も容易になる。従って、本発明のカラー表示装置では、光源からの出射光が単色(青色)光であり、その発光スペクトルの半値幅は30～35nmと狭いので、白色光源に対応した偏光分離面に比べ、安価で性能の高い偏光分離手段が容易に構成できる。

【0172】反射面504は、偏光分離面503で反射した光を反射するもので、偏光分離面503と同じ誘電体多層膜、あるいはA1、Ag等の金属薄膜により実現することができる。

【0173】偏光変換素子504は、偏光分離プリズムアレイ510の偏光分離面503で分離された2種の直線偏光のうち、少なくとも一方の偏光状態を変えて、偏光分離プリズムアレイ510から出射する光を、液晶表示素子200の背面に配置された偏光板209の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光に揃える機能を有する。

【0174】ここでは偏光変換素子504を偏光分離プリズムアレイ510の光出射面の一部に選択的に配置した光源の発光スペクトルに対し、1/2波長板として機能する位相差板により実現する。

【0175】1/2波長位相差板としては、光源の発光スペクトルに対して高い透過率を有する延伸した高分子フィルム、例えば、ポリビニルアルコール、ポリカーボネート、ポリサルフォン、ポリスチレン、ポリアリレート等を用いることができる。この他にも雲母や水晶また



は分子軸を一方向に揃えて配向した液晶層等を用いることができる。

【0176】なお、一般に位相差板を構成する透明体には、屈折率の波長依存性（波長分散）があり、白色光のように波長帯域が広い光に対しては一種一層の位相差板では十分な性能が得られない。そこで、2種類の波長分散が異なる位相差板をその光学軸をずらして貼合わせると云ったことが行われるが、この場合は、光入射角度による位相差の変化が大きくなる等の性能の劣化や、コストの上昇と云った問題が生じる。

【0177】しかし、本カラー表示装置では、光源である青色LED507の発光波長帯域は、半値幅で30～35nm程度と狭いため一種一層の位相差板でその機能を十分に満たすことができ、高性能な偏光変換手段が容易に実現できる。

【0178】1/2波長位相差板は、偏光分離プリズム501の光出射面のうち、偏光分離面503を透過した光が通過する部分、あるいは、偏光分離面503で反射し、さらに反射面505で反射した光が通過する部分のいずれかに配置すればよい。

【0179】ここでは以下、偏光分離プリズムアレイ501の光出射面のうち、偏光分離面503を透過した光が通過する部分に、偏光変換素子（1/2波長板）504を配置する場合について図面を参照し説明する。

【0180】図18、19はそれぞれ本実施例の照明装置の概略斜視図、および、その動作を説明するための一部模式断面図である。

【0181】青色LED507およびコリメートレンズ502は、偏光分離プリズムアレイ510を構成する複数の透光性部材506の光入射面506Bの中心位置、即ち、透光性部材506の接合界面中央部の直下に対応する位置に配置する。

【0182】この際、透光性部材506の長手方向に対しては、複数個の青色LED507およびコリメートレンズ502を連続的に線状に配置するが、これと直交する方向には透光性部材506一つ分の間隔を空けながら配置する。また、透光性部材506の接合界面には、偏光分離面503および反射面505を交互に形成するが、青色LED507およびコリメートレンズ502の直上部に対応する界面には、偏光分離面503が位置するよう構成する。

【0183】さらに、偏光分離プリズムアレイ510の光出射面のうち、偏光分離面503を透過した光が通過する部分、即ち、青色LED507およびコリメートレンズ502の直上部に対応する透光性部材506の光出射面506Aに、偏光変換素子（1/2波長位相差板）504を配置する。

【0184】本構成によれば、青色LED507から出射した光1201は、コリメートレンズ502の作用により平行化された後、偏光分離プリズムアレイ510に

入射する。偏光プリズムアレイ510に入射した光は偏光分離面503において、電気ベクトルの振動方向が直交する異なる2種の直線偏光に、それぞれ反射光と透過光として分離される。

【0185】偏光分離面503を透過した光1202は偏光変換素子（1/2波長板）504の作用を受けて、電気ベクトルの振動方向が90°回転した直線偏光、即ち、偏光分離面503で反射した光1203と同じ直線偏光となる。また、偏光分離面503で反射した光1203は、さらに反射面505で反射して、偏光分離面501を透過した光1202と同じ方向に出射する。つまり、本照明装置では、光源である青色LED507から出射した非偏光を、異なる2つの直線偏光に分離した後、特定の直線偏光に揃った面状の照明光として液晶表示装置200に照射することができる。

【0186】ここで、本カラー液晶表示装置では、液晶表示素子200の背面側の偏光板209の直線偏光の透過軸を、照明装置500から出射される直線偏光の電気ベクトルの振動方向と一致するよう構成する。

【0187】こうすれば光非偏光である光源501からの出射光は、効率よく所望の直線偏光（偏光板209の直線偏光透過軸と電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光）に変換された後、液晶表示素子200に照射されるため、偏光板209で殆ど吸収されることなく表示に寄与できる。従って、従来、液晶表示素子の偏光板で吸収され、無駄となっていた光を有効に利用することができる。

【0188】液晶表示素子200に入射した光は、画像情報に応じた変調を受けた後、波長変換部100に入射する。

【0189】波長変換部100は、青色光を吸収して緑色の蛍光を発する緑色用蛍光体102G、赤色の蛍光を発する赤色用蛍光体101R、および、青色以外の波長光をカットする青色カラーフィルタ103Bが、液晶表示素子200の各色光の画素に対応してパターンニングされたもので、液晶表示素子200は、単に、青色光を選択的に通過させる光シャッターとして機能して、青色光が通過した画素に配置した蛍光体の蛍光、あるいは、青色カラーフィルタの透過光によりカラー表示が行われる。

【0190】本実施例においても、実施例1、2または3と同様、従来、液晶表示素子の偏光板あるいはカラーフィルタで吸収されて無駄となっていた光を、有効に利用することができるため、光利用効率が高く明るいカラー表示装置が実現できる。

【0191】さらに、蛍光表示に用いる励起光（光源光）は可視光なので、紫外線による偏光板、液晶等の劣化がなく、長寿命の蛍光カラー表示が得られるなど、前記実施例と同様の効果が得られる。

【0192】また、本カラー表示装置では照明装置から

出射する照明光は、微小光源である青色LEDからの出射光を、コリメートレンズにより平行化した平行性の高い照明光である。このため、液晶表示素子の液晶層と、波長変換部の蛍光体がガラス基板で隔てられ、距離が離れていても本来表示すべき画素とは異なる画素に対応した蛍光体への照明光の漏れが少ないため、色のにじみや解像度の低下が抑制されると云う効果がある。

#### 【0193】

【発明の効果】本発明のカラー表示装置は、光源から出射し、液晶表示素子で変調される光が、帯域の狭い単色（青色）光であるため、偏光分離手段および偏光変換手段での性能が、白色光のように帯域の広い光の場合よりも高くなる。従って、非偏光である光源光は従来よりも効率よく所望の直線偏光、即ち、液晶表示素子の背面側に配置した偏光板の直線偏光透過軸と、電気ベクトルの振動方向が一致した直線偏光に変換された後、液晶表示素子に照射される。このため液晶表示素子に入射する光は、偏光板で殆ど吸収されることなく表示に寄与できるので、従来、液晶表示素子の偏光板で吸収されて無駄となっていた光を、効率良く利用することができる。

【0194】また、液晶表示素子は単に光源光である青色光を選択的に通過させる光シャッターとして機能し、緑色および赤色の表示は、それぞれの色を表示する画素に対応した位置にパターンニングされた蛍光体の蛍光により行われる。さらに、青色の表示は青色を表示する画素に対応した位置にパターンニングされた青色カラーフィルタの透過光により表示されるが、光源光はもともと青色なので青色カラーフィルタでは光の損失がほとんど無い。このため、従来のカラー液晶表示装置のようなカラーフィルタによる光吸収がなく、光利用効率が高く明るいカラー表示装置が実現できる。

【0195】さらに照明装置から出射する照明光は、光源が蛍光ランプの場合は導光体の裏面に形成された傾斜反射面およびマイクロプリズムアレイの作用により、全方位にわたって平行化されており、また光源がLEDの場合もコリメートレンズにより平行化されている。このため、どちらの場合も液晶表示素子の液晶層と、波長変換部の蛍光体がガラス基板で隔てられ、距離が離れていても本来表示すべき画素とは異なる画素に対応した蛍光体へ、照明光の漏れ光が入射することが少ないため、色のにじみや解像度の低下が抑制されて、高品位なカラー表示が得られると云う効果がある。

【0196】また、蛍光表示に用いる励起光（光源光）は可視光なので、一般に液晶表示素子で使用される各種透明材料において、紫外線のように吸収されることがないので光源光が効率良く利用でき、さらに紫外線による偏光板、液晶等の劣化がなく、長寿命の蛍光カラー表示が得られるという効果がある。

【0197】また、青色カラーフィルタの観察者側に、前方散乱の大きい拡散層を付加すれば入射光の方向に依

存せず、一様な空間分布の青色光が得られ、赤色光および緑色光は、蛍光体の蛍光の空間分布がもともと入射光の方向に依存せず一様であるため、視野角依存性の無い表示が得られると云う効果がある。

【0198】さらに、波長変換部の表面（観察者側の面）の青色カラーフィルタを除いた部分、つまり蛍光体がパターンニングされている部分に、赤色用蛍光体および緑色用蛍光体の蛍光の発光スペクトルは透過し、それ以外の光は吸収するバンドパスフィルタを配置することで、明るい環境下でも、外光に含まれる励起光はバンドパスフィルタにおいて吸収されるため、外光により蛍光体が蛍光して黒表示の輝度を高くしてしまうことがない。さらに、蛍光体の蛍光による赤色光や緑色光は、バンドパスフィルタで吸収されることなく透過し、青色光も青色カラーフィルタ部にはバンドパスフィルタがないので、吸収されることなく表示に寄与するので、明るい環境下であっても、コントラスト比が高く明るい表示が得られる。

【0199】さらにまた、波長変換部の背面側（液晶表示素子側）に光源の発光スペクトル（青色光）は透過し、それ以外の可視光を反射する反射層を設けたことで、蛍光体で蛍光した拡散光が液晶表示素子へ戻って光の損失となったり、迷光となって色のにじみ等の画質劣化を引き起こすことを防止できるため、明るく表示品質の高いカラー表示装置が実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のカラー表示装置の一実施例を示す一部概略断面図である。

【図2】本発明に係る導光体の一例を示す一部断面図である。

【図3】本発明に係る導光体の一例を示す一部断面図である。

【図4】本発明に係る導光体の一例を示す一部断面図である。

【図5】本発明に係るコレステリック液晶層の円偏光の透過スペクトルの一例を示す図である。

【図6】本発明に係るマイクロプリズムアレイの概略斜視図である。

【図7】本発明のカラー表示装置の構成の一例を示す模式斜視図である。

【図8】本発明のカラー表示装置の動作の説明のための一部概略断面図である。

【図9】従来のカラー液晶表示装置の液晶駆動電圧と透過率の関係を示す図である。

【図10】本発明に係る液晶表示素子の液晶駆動電圧と透過率の関係を示す図である。

【図11】液晶表示素子に用いられる偏光板の透過スペクトルの一例を示す図である。

【図12】偏光板を除いた液晶表示素子の透過スペクトルの一例を示す図である。

【図13】本発明のカラー表示装置の一実施例を示す一部概略断面図である。

【図14】本発明のカラー表示装置の一実施例を示す一部概略断面図である。

【図15】本発明のカラー表示装置の構成の一例を示す模式斜視図である。

【図16】本発明のカラー表示装置の動作を説明するための一部概略断面図である。

【図17】本発明のカラー表示装置の一実施例を示す一部概略断面図である。

【図18】本発明に係る照明装置の概略斜視図である。

【図19】本発明に係る照明装置の動作を説明するための一部概略断面図である。

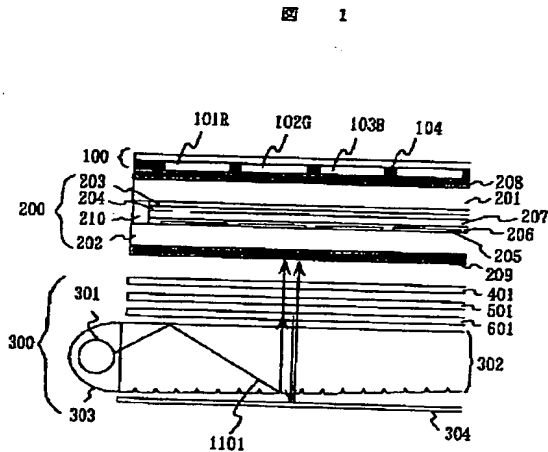
【図20】従来の偏光子の基本作用を説明するための図である。

【符号の説明】

100…波長変換部、101R…赤色用蛍光体、102

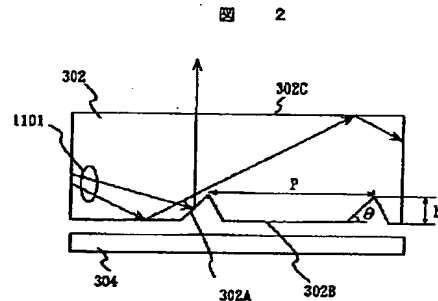
G…緑色用蛍光体、103B…青色カラーフィルタ、104…ブラックマトリクス、105…バンドパスフィルタ、106…反射層、200…液晶表示素子、201、202…透明ガラス基板、203、205…透明電極、204、206…配向膜、207…液晶層、208、209…偏光板、210…シール剤、300…照明装置、301…蛍光ランプ、302…導光体、303…ランプカバー、304…偏光維持反射板、401…マイクロプリズムアレイ、500…照明装置、501…位相差板、502…コリメートレンズ、503…偏光分離面、504…偏光変換素子（1/2波長板）、505…反射面、506…透光性部材、507…青色LED、510…偏光分離プリズムアレイ、601…コレステリック液晶層、701…直線偏光分離素子、1500…光源、1501…鏡面反射ミラー、1502…コレステリック液晶層、1503…位相差板。

【図1】

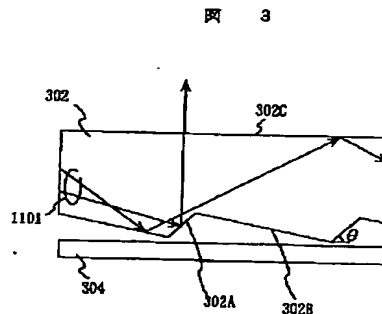


100…波長変換部 101R…赤色用蛍光体 102G…緑色用蛍光体 103B…青色カラーフィルタ 104…ブラックマトリクス 200…液晶表示素子 201、202…透明ガラス基板 203、205…透明電極 204、206…配向膜 207…液晶層 208、209…偏光板 210…シール剤 300…照明装置 301…蛍光ランプ 302…導光体 303…ランプカバー 304…偏光維持反射板 401…マイクロプリズムアレイ 501…位相差板 601…コレステリック液晶層 1101…出射光

【図2】

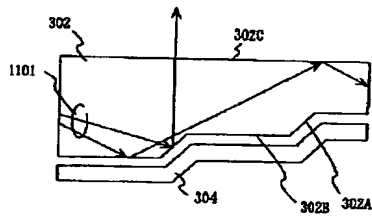


【図3】



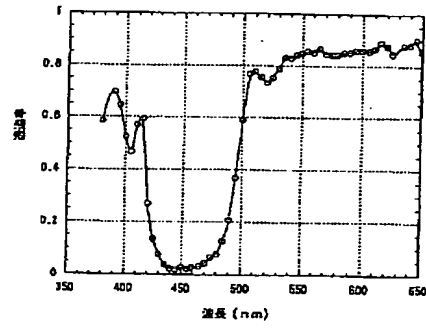
【図4】

図 4



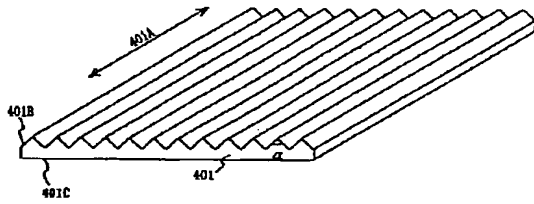
【図5】

図 5



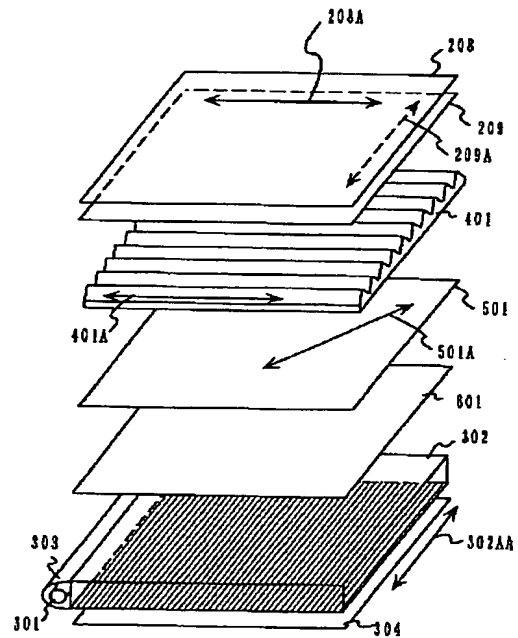
【図6】

図 6



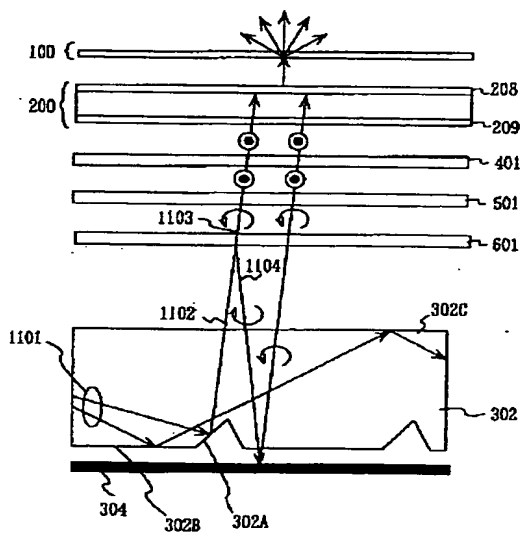
【図7】

図 7



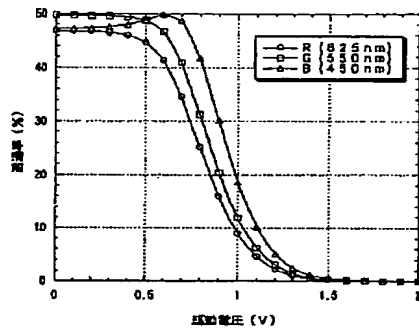
【図8】

図 8



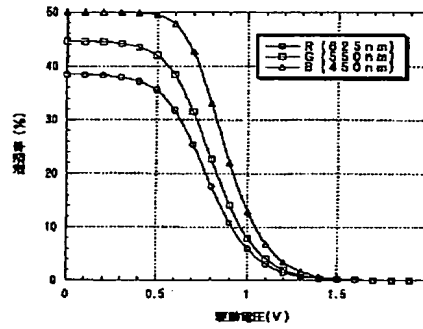
【図9】

図 9



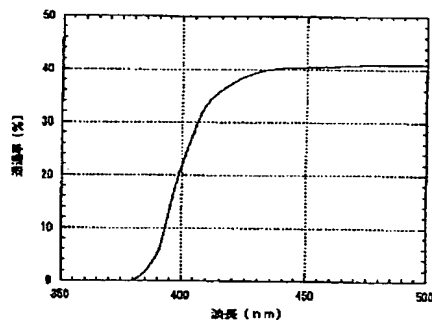
【図10】

図 10



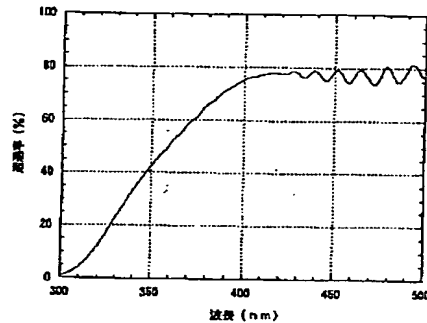
【図11】

図 11



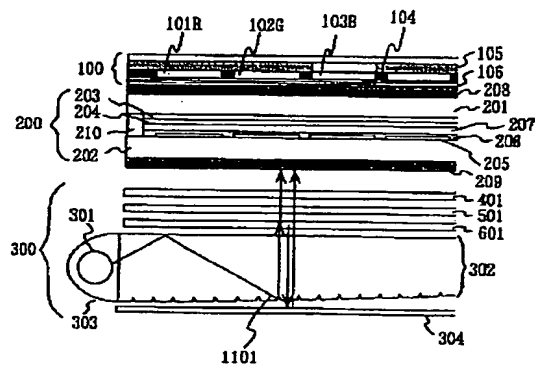
【図12】

図 12



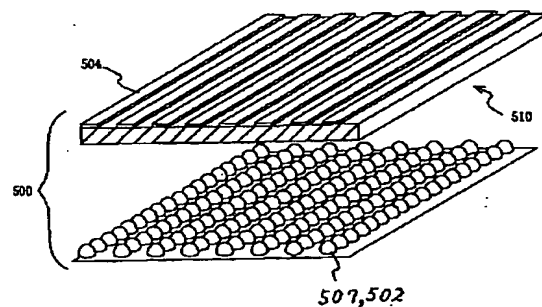
【図13】

図 13



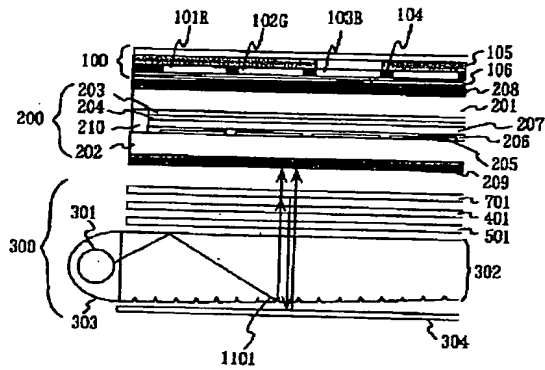
【図18】

図 18



【図14】

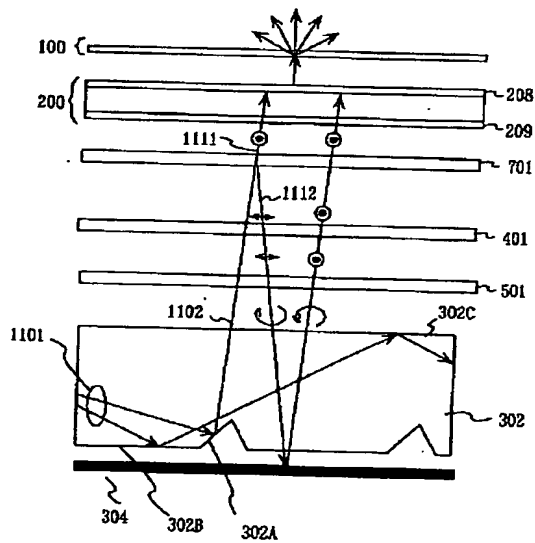
図 14



105…バンドパスフィルタ 106…反射層

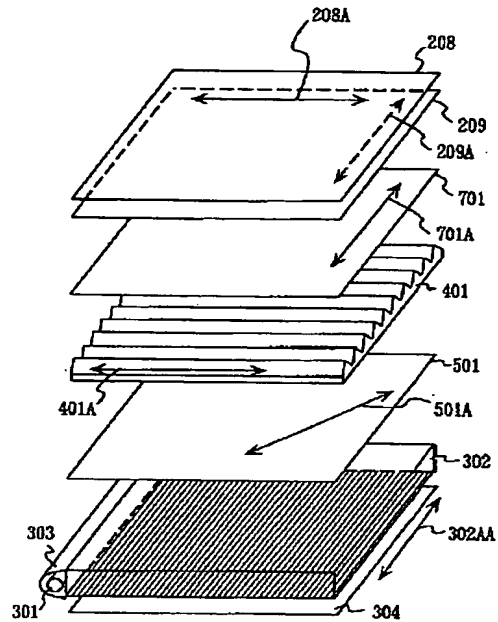
【図16】

図 16



【図15】

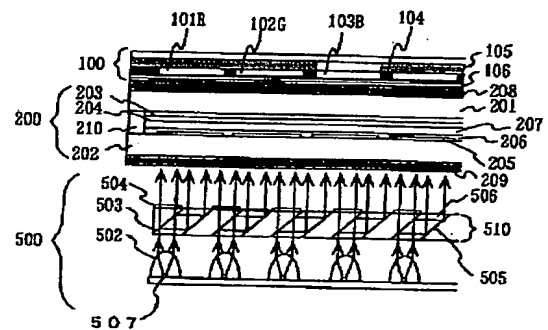
図 15



701…直線偏光分離素子

【図17】

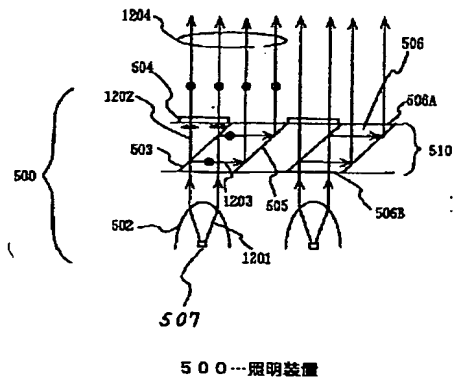
図 17



502…コリメートレンズ 503…偏光分離面 504…  
偏光変換素子 (1/2波長板) 505…反射面 506…  
透光性部材 507…青色LED 510…偏光分離プリズ  
ムアレイ

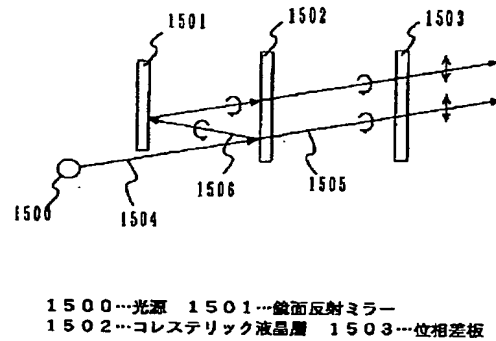
【図19】

図 19



【図20】

図 20



フロントページの続き

(72)発明者 津村 誠  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 2H089 HA22 QA16 TA12 TA14 TA15  
TA17 TA18 TA20  
2H091 FA02X FA08X FA08Z FA11Z  
FA14Z FA21Y FA21Z FA23Z  
FA42Z FD06 LA16  
2H099 AA11 BA09 CA01 CA11 DA05

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**